

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

Tesis de Grado

Previo a la Obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

Tema:

**“INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO
PARA PROTECCION DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS UTILIZANDO EL
SETRON PAC 3200”**

Realizado por:

Pablo Alonso Chasiliquín Salazar

Carlos Omar Mera Altamirano

Director de Tesis:

Ing. Cristian Tutiven

Guayaquil, Mayo 2012

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a todas las personas que forman parte de mi vida cotidiana y que confían en mis capacidades intelectuales, en especial a mis padres, esposa e hijos que con su actitud incansable de paciencia, comprensión me han apoyado a lo largo de toda esta carrera, motivándome para terminar con éxito esta meta que un día me propuse y ahora la veo reflejada en el desarrollo de este proyecto.

Por más golpes que te de la vida, lucha y sobresale por cada golpe recibido obtendrás un premio bien grande para compartirlo con tus descendientes, adelante sin mirar atrás avanzaremos por un mejor futuro para nuestros hijos.

Pablo Chasiliquín Salazar.

Agradecimientos

En primer lugar a “Dios” por ser incondicional y proporcionarnos sabiduría para alcanzar nuestros propósitos siendo fuente de inspiración día a día en nuestro camino.

A nuestras familias, por ser los pilares fundamentales para alcanzar tan anhelado triunfo, que representa el final de una de las etapas más importantes de nuestras vidas y el inicio de otras que serán aún más enriquecedoras.

A nuestras esposas e hijos, que con su apoyo incondicional han llegado a constituirse en una de mis fuentes de inspiración más grande, obteniendo de ellos fuerza, coraje, respeto, sabiduría y sobre todo amor por todo lo que hice, hago y haré a lo largo de esta preparación profesional y ahora que empieza una nueva etapa en mi vida tras la culminación de este anhelo proyecto.

Al cuerpo docente de la Universidad Católica, por encaminarnos, orientarnos y motivarnos en esta prestigiosa carrera que hoy se refleja con la culminación del presente proyecto.

Tlgo. Pablo Chasiliquín S.

Tlgo. Carlos Mera A.

ABREVIATURAS.

AWG.-	American Wire Gauge
CE.-	Comunidad Europea
CISPR.-	Comité international spécial des perturbations radioélectriques
CSA.-	Canadian Standards Association
DIN.-	Deutsches Institut für Normierung e. V.
DP E/S.-	descentralizada
EG.-	Comunidad Europea en alemán
ESD (ESDS).-	Componentes sensibles a las descargas electrostáticas
EIA.-	Electronic Industries Alliance
CEM.-	Compatibilidad electromagnética
EN.-	Norma europea
UE.-	Unión Europea
FCC.-	Federal Communications Commission
GSD.-	Datos maestros del dispositivo
TARIFA ALTA/BAJA.-	Tarifa alta/tarifa baja
I&M.-	Information and Maintenance

ID.-	Número de identificación
IEC.-	International Electrotechnical Commission
IP.-	International Protection
ISM.-	Industrial, Scientific and Medical
ISO.-	International Standardization Organization
LCD.-	Liquid Crystal Display (pantalla de cristal líquido)
MAC.-	Media Access Control
NAFTA.-	North American Free Trade Agreement.
TLC.-	Tratado de Libre Comercio (TLC)
NEMA.-	National Electrical Manufacturers Association
PAC.-	Power Analysis & Control
RJ.-	Registered Jack (connector hembra normalizado)
RS.-	Antes: Radio Selector; hoy mayorm.: Recommended Standard
TCP / IP.-	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
THD.-	Total Harmonic Distortion; español: Distorsión armónica total
THD-R.-	THD relative
UL.-	Underwriters Laboratories Inc.

VDE.- Asociación Alemana de Electrotécnica, Electrónica e Informática

RLO.- Resultado lógico

GLOSARIO.

- **BUS**

Vía de transmisión común a la que están conectadas todas las estaciones del bus. Tiene dos extremos definidos. En el PROFIBUS, el bus consiste en un cable de par trenzado o en un cable de fibra óptica.

- **CONTROLADOR PROFINET IO**

Un controlador PROFINET IO es la estación de una instalación de automatización en la que se ejecuta el programa de control. Se encarga del tráfico de los datos de proceso con los dispositivos PROFINET IO.

- **DIAGNOSTICO.**

El diagnóstico consiste en el reconocimiento, localización, visualización y evaluación detallada de errores, anomalías y avisos.

El diagnóstico ofrece funciones de vigilancia que se procesan automáticamente durante el servicio de la instalación. De esta forma se reducen los tiempos de puesta en servicio y de parada. La disponibilidad de las instalaciones aumenta.

- **DIRECCIÓN PROFIBUS.**

Cada estación en bus recibe una dirección PROFIBUS unívoca. Mediante esta dirección se identifica la estación en bus en PROFIBUS.

El módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP se suministra con la dirección 126 ajustada. Se admiten las direcciones 1 a 126.

- **DISPOSITIVO PROFINET I/O.**

Aparato de campo descentralizado que está asignado a uno de los controladores PROFINET IO.

- **EQUIPOTENCIALIDAD.**

Conexión eléctrica (conductor equipotencial) que equilibra o prácticamente equilibra el potencial de las masas de equipos eléctricos y de masas conductoras externas. De esta forma se evitan tensiones perturbadoras o peligrosas entre estas masas.

- **ESCLAVO.**

Un esclavo sólo puede intercambiar datos con el maestro tras solicitarlo éste.

- **ESTACIÓN.**

Equipo que puede enviar, recibir o amplificar datos a través del bus, como p. ej., un maestro PROFIBUS DP o un esclavo PROFIBUS DP.

- **MAESTRO.**

Cuando están en posesión del token o testigo, los maestros pueden enviar datos a otras estaciones y solicitar datos de ellas.

- **MAESTRO DP CLASE 1.**

El maestro DP clase 1 lleva a cabo el tráfico de datos útiles con los esclavos DP que tiene asignados.

- **MAESTRO DP CLASE 2.**

El maestro DP proporciona servicios, p. ej. Lectura de los datos de entrada, datos de salida, diagnóstico, bytes de control.

- **PROCESAMIENTO CÍCLICO.**

El maestro DP reacciona periódicamente a los esclavos DP. En este caso, el maestro DP lee los datos de entrada de los esclavos y transmite los datos de salida a los esclavos.

- **PROFIBUS.**

PROCESS FIELD BUS, norma europea para el bus de campo y de proceso que está definida en la norma PROFIBUS EN 50170, volumen 2 PROFIBUS. Prescribe las características funcionales, eléctricas y mecánicas de un sistema de bus de campo serial.

PROFIBUS es un sistema de bus que interconecta aparatos de campo y sistemas de automatización compatibles con PROFIBUS a nivel celular y de campo.

- **SISTEMA DE BUS.**

Todas las estaciones conectadas físicamente a través de un cable de bus forman un sistema de bus.

- **TIEMPO DE CICLO.**

El tiempo de ciclo de una línea PROFIBUS se obtiene a partir del número de estaciones. Se ajusta, p. ej., en HW Config de STEP 7.

- **VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA.**

La velocidad de transferencia es la velocidad con que se transfieren los datos. Indica el número de bits que se transfieren cada segundo. Todas las estaciones de una subred PROFIBUS deben admitir la velocidad de transferencia seleccionada.

INDICE GENERAL

SOLICITUD	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ABREVIATURAS	IV
GLOSARIO	VII
INDICE GENERAL	XI
INDICE DE GRAFICOS	XIV
INDICE DE TABLAS	XV
ANEXOS	XV

CAPÍTULO 1	¡Error! Marcador no definido.
1. MARCO REFERENCIAL.	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2 Antecedentes.	¡Error! Marcador no definido.
1.3 Planteamiento del Problema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.4 Delimitación del Problema.....	¡Error! Marcador no definido.
1.5 Justificación.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6 Objetivo general y específicos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1. <i>Objetivo general.</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2. <i>Objetivos específicos.</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.7 Hipótesis.	¡Error! Marcador no definido.
1.8 Metodología de la investigación.	¡Error! Marcador no definido.
1.8.1. <i>Justificación de la elección del método.</i> ¡Error! Marcador no definido.	
CAPÍTULO 2	¡Error! Marcador no definido.
2. SENTRON PAC 3200.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1 Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Medición.	¡Error! Marcador no definido.
2.2.1. <i>Visualización y manejo.</i>	¡Error! Marcador no definido.

2.2.2. <i>Alimentación.</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3. <i>Interfaz.</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4. <i>Entrada y salida.</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.5. <i>Protección</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3 Tipos de conexión.	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1. <i>Límites.</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4 Condiciones ambientales.	¡Error! Marcador no definido.
2.5 Conexiones.	¡Error! Marcador no definido.
2.6 Directivas ESD	¡Error! Marcador no definido.
2.6.1. <i>Componentes sensibles a descargas electrostáticas (ESD).</i> ..	¡Error! Marcador no definido.
2.6.2. <i>Precaución.</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.7 Características del PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
2.8 Funciones de registro PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 3	¡Error! Marcador no definido.
3 MÁQUINAS ELÉCTRICAS.	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Clasificación de las máquinas eléctricas. ...	¡Error! Marcador no definido.
3.1.1. <i>Clasificación por usos:</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.1.2. <i>Clasificación por tipo de corriente y por su funcionamiento.</i> ¡Error!	Marcador no definido.
3.1.3. <i>Clasificación por nivel de potencia.</i> ..	¡Error! Marcador no definido.
3.1.4. <i>Clasificación por frecuencia de giro (velocidad).</i> ¡Error!	Marcador no definido.
3.2 Características nominales de las máquinas eléctricas. ¡Error!	Marcador no definido.
3.3 Potencia nominal de las máquinas eléctricas. ¡Error!	Marcador no definido.
3.4 Transformadores.	¡Error! Marcador no definido.
3.4.1. <i>Transmisión y distribución de energía eléctrica.</i> ¡Error!	Marcador no definido.
3.4.2. <i>Datos nominales de los transformadores.</i> ¡Error!	Marcador no definido.
3.4.3. <i>Pérdidas de potencia y energía en los transformadores.</i>	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 4.	¡Error! Marcador no definido.
4 PROGRAMACIÓN DEL SENTRON PAC 3200. ¡Error!	Marcador no definido.
4.1 Instalación y configuración con el PC.	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1. <i>Requerimientos de hardware.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.1.2. <i>Requerimientos del software.</i>	¡Error! Marcador no definido.

4.1.3. <i>Instalación del software</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2 Ejecución del simulador PAC 3200 en la PC.	¡Error! Marcador no definido.
4.3 Conexión al PC.	¡Error! Marcador no definido.
4.4 Historial de datos.	¡Error! Marcador no definido.
4.5 Grabación de datos.	¡Error! Marcador no definido.
4.6 Trabajar con archivos CVS.	¡Error! Marcador no definido.
4.7 PROGRAMA STEP 7.	¡Error! Marcador no definido.
4.7.1. <i>Software de Ingeniería Simatic Manager.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.7.2. <i>Programación del PLC.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.7.3. <i>Equipos de campo.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8 Profibus DP.	¡Error! Marcador no definido.
4.8.1. <i>Montaje del módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8.2. <i>Pineado del conector Profibus DP.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8.3. <i>Equipos conectados en la red Profibus.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8.4. <i>CPU (Unidad Central de Procesos).</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8.5. <i>Diagrama de conexión de los equipos en la red Profibus.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.8 Dimensiones de la caja didáctica para el Sentron PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
4.9 Diagrama de la conexión eléctrica externa del PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
4.10 Diagrama ejecutable para la operación del PLC 315-DP.	¡Error! Marcador no definido.
4.10.1. <i>Conexión de los equipos de la red Profibus operando.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.10.2. <i>Gráfica del proyecto ejecutándose (RUN) y adquiriendo Datos.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.10.3. <i>Gráfica del PAC 3200 en puerto de comunicación.</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.10.4. <i>Gráfica del PC con datos del programa del Simulador PAC 3200.</i>	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO 5	¡Error! Marcador no definido.
5 VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL PROYECTO. ..	¡Error! Marcador no definido.
5.1 Visualización de datos en el programa de simulación PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.

5.2 Visualización de datos de voltaje en el programa del PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
5.3 Visualización de datos de corriente en el programa PAC 3200. ...	¡Error! Marcador no definido.
5.4 Visualización de datos de Potencia en el programa PAC 3200. ...	¡Error! Marcador no definido.
5.5 Visualización de datos de Energía en el programa PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
5.6 Visualización de datos de THD-R en el programa PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
5.7 Visualización de otros Datos en el programa PAC 3200.	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO 6	¡Error! Marcador no definido.
6.1 Conclusiones y recomendaciones.	¡Error! Marcador no definido.
6.1.1. Conclusiones.	¡Error! Marcador no definido.
6.1.2. Recomendaciones.	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE GRAFICOS.	
Figura N° 2. 1 Multimedidor Sentron PAC 3200..	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 2. 2 Conexiones del Equipo.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 3. 1 Motores uso final en la industria, comercio.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 1 Pantalla principal del simulador desconectado.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 2 Conexión punto a punto.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 3 Conexión por medio de un interruptor.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 4 En línea ventana principal.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 5 Ventana con las medidas de potencia.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 6 Configuración de grabación de datos históricos.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 7 Almacenamiento de datos.	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 4. 8 Variable a controlar.....	¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 9 Casilleros de verificación..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 10 Definición del tiempo para la muestra de datos.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 11 Inicio de grabación de datos. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 12 Apertura de datos CVS. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 13 Importación de datos..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 14 Curva de tiempo-corriente..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 15 Ventana principal de SIMATIC.. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 16 Estructura de un Controlador Lógico Programable..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 17 Ciclo del PLC. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 18 PLC S7-300..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 19 Montaje Modulo Profibus..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 20 Conector 9 Pines..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 21 Computador portátil..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 22 Equipos en red Profibus..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 23 Modelo de caja Didáctica PAC 3200.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 24 Conexiones externas del PAC 3200.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 25 Ejecutable PLC 315-DP..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 26 Equipos operando en la red Profibus.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 27 PLC 315-DP. Ejecutado (RUN).. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 28 Direccionando IP para interconexión.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 4. 29 Resultado del proyecto operando.¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 1 Visualización de datos pantalla inicial..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 2 Pantalla con datos de Voltaje..... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 3 Pantalla con datos de Corriente. ... ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 4 Pantalla con datos de Potencia. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 5 Pantalla con datos de Energía. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 6 Pantalla con datos de THD-R. ¡Error! Marcador no definido.

Figura N° 5. 7 Pantalla con otros datos. ¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS.

Tabla N° 2.1 Tipos de conexión ;Error! Marcador no definido.

Tabla N° 2.2 Rangos de temperatura..... ;Error! Marcador no definido.

Tabla N° 5.1 Características del motor..... ;Error! Marcador no definido.

ANEXOS.

Anexo A. Ejecutable del PLC Simatic 315-DP.

Anexo B. Diagrama de la conexión eléctrica del PAC 3200 con el motor trifásico y visualizado en el monitor de un computador

CAPÍTULO 1

1. MARCO REFERENCIAL.

1.1 Introducción.

El SENTRON PAC3200 está dirigido a proyectistas, operadores, técnicos de puesta en servicio y personal de servicio técnico y mantenimiento eléctrico-electrónico.

En este proyecto se darán conocimientos básicos generales en el campo de la electrotecnia, necesarios para la comprensión y operación que requiere el SENTRON PAC 3200.

El SENTRON PAC3200 es un multímetro tipo central de medida para la visualización de todos los parámetros de red relevantes en la distribución de energía eléctrica en baja tensión, puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas, y puede utilizarse en redes (sistemas) en esquema de dos, tres o cuatro conductores.

La pantalla gráfica de cristal líquido permite la lectura incluso a grandes distancias. El SENTRON PAC 3200 dispone de una retro iluminación regulable para garantizar una lectura óptima incluso en condiciones lumínicas desfavorables.

Para la comunicación se puede utilizar la interfaz Ethernet integrada o un módulo de interfaz opcional (Profibus), el mismo que permitirá la comunicación con otros dispositivos realizando un trabajo más eficiente en el campo industrial o didáctico.

1.2 Antecedentes.

Desde tiempos inmemoriales el hombre siempre ha imitado ciertas conductas de animales con el fin de desarrollar esquemas sistemáticos que le permitan reducir el tiempo de trabajo de las maquinas, y pensó en automatizar las grandes maquinarias que realizan trabajos con la necesidad de la operación del hombre casi las 24 horas del día, llegando a las empresas de automatización que con el pasar de los años han desarrollado SOFTWARE'S, logrando reducir en porcentajes considerables al operario durante el día.

El objetivo es implementar y mostrar la operación del SENTRON PAC 3200, equipo que permitirá el control y la visualización de diferentes variables en una pantalla LCD, utilizado actualmente en el campo industrial, el cual será de gran ayuda didáctica en la FET, para el alumnado de la carrera de control y automatismo de la UCSG, ya que estarán a la par con la tecnología y la programación con la que cuentan las empresas modernas en el campo industrial.

Con la operación del equipo SENTRON PAC 3200, se alcanzará prácticas en condiciones reales a las que acontecen en las empresas industriales ya que este equipo es utilizado en el medio industrial, lo que garantizará la capacitación complementaria de los alumnos en el campo de la automatización, logrando la UCSG, formar profesionales altamente capacitados en la operación y manipulación de equipos de automatización industrial.

El programa a utilizar en esta implementación serán el DATA VISUALIZATION PAC3200-Version:Beta 1.0, debido a que es un programa amigable y de fácil operación, mediante su módulo externo PROFIBUS se interconecta a equipos como PLC, Motor Trifásico, HMI, etc. Haciendo de este un sistema con el cual se puede controlar, monitorear y ver el rendimiento de cada equipo en la pantalla LCD, del equipo SENTRON PAC 3200.

1.3 Planteamiento del Problema.

Con un análisis previo se ha podido determinar que la FET de la UCSG, cuenta con un equipo industrial, Controlador Automático Programable (PAC) que censa, controla, y permite visualizar variables de potencia, voltaje, corriente, etc. Equipo que es gran ayuda didáctica en el aprendizaje de la cátedra de sistemas de medición, pero no es suficiente tener el equipo es necesario implementar directrices encaminadas a crear soluciones en lo que se refiere a la enseñanza de control y automatismo, creando sistemas automáticos de protección para maquinas eléctricas basadas en el SENTRON PAC, lo cual permitirá un desarrollo integral de la carrera, que es la fortaleza de la UCSG, que brinda profesionales altamente capacitados y actualizados en esta área al País.

1.4 Delimitación del Problema.

El SENTRON PAC 3200 brinda la facilidad de tomar y visualizar medidas de entrada y salida exactas en tiempo real y de acuerdo a las limitaciones que presenta el equipo en su manual de operación donde se indica que la entrada de voltaje máximo deberá de ser de 690 Voltios de línea a línea, con una corriente de consumo de 5 Amperios, en cada una de las tres entradas que posee este equipo, lo que lo hace un equipo utilizado en la actualidad por la mayor parte de las empresas industrial e institutos educativos, alcanzando así a formar personal altamente capacitado en el entendimiento, manejo y operación de este equipo.

La operación de este equipo es amigable al usuario y trabaja con un software de fácil entendimiento, este proyecto esta dirigido a los laboratorios de Control y Automatismo de la FET, de la UCSG, con el fin de dar a conocer al alumnado de la facultad la programación, control y automatización de equipos de medición industrial, obteniendo ingenieros en control y automatismo con conocimientos sólidos en el campo industrial fortaleciendo a la universidad con formación de líderes que aportan al desarrollo del país.

Fortaleciendo y actualizando los laboratorios de la FET, que día a día tienen que estar a la par con los avances tecnológicos del campo industrial.

1.5 Justificación.

Los avances en cualquier campo necesitan mucha investigación dado el número de pruebas que se tienen que realizar para ajustar a la realidad la solución para un problema ya sea por su forma, funcionamiento, velocidad o comportamiento aplicado a un sujeto animado o inanimado; es aquí donde entra la gran importancia de conocer y entender la parte teórica de una materia y a partir de eso buscar la solución de un problema planteado ya que fundamentalmente esa es la razón por la que es necesario prepararse para ser ingenieros.

La investigación y desarrollo de un sistema automatizado para protección de máquinas eléctricas utilizando el PAC 3200, dejará un precedente en la FET-UCSG, debido al avance de la tecnología, ya que este equipo es requerido y utilizado en la industria automatizada mundial y nuestro país no puede, ni debe ser la excepción en los avances tecnológicos.

Con la implementación y funcionamiento del PAC 3200 se obtendrá:

- Mediciones de Amperaje, Voltaje, Potencia, Frecuencia, Factor de potencia, etc.
- Una visualización óptima y efectiva de las diferentes indicaciones, siendo esto más sencillo de interpretar para el operador.
- El SENTRON PAC 3200 puede interconectarse equipos como PLC, HMI, PC, Motores y con el PLC realizar el control de los diferentes movimientos de una máquina-motor eléctrico o industrial, entrando a formar parte de los avances tecnológicos mundiales en el campo de la automatización industrial.

1.6 Objetivo general y específicos.

1.6.1 Objetivo general.

Implementación de un sistema automatizado para protección de máquinas eléctricas utilizando el SENTRON PAC 3200.

1.6.2 Objetivos específicos.

- Revisar el marco teórico del SENTRON PAC 3200.
- Realizar una interconexión con otros equipos por medio de la conexión red Profibus.
- Realizar la práctica obteniendo las diferentes variables de medición que brinda el PAC 3200 y también visualizar el comportamiento de los diferentes equipos que se utilizarán en la interconexión Profibus.
- Exponer el funcionamiento del equipo SENTRON PAC 3200.

1.7 Hipótesis.

El Multimetro Sentron PAC 3200 permitirá el control y monitoreo del sistema de protección de máquinas eléctricas industriales.

1.8 Metodología de la investigación.

Los métodos utilizados y aplicados en este trabajo de Tesis son:

- Método de Análisis y Síntesis.
- Método de la Inducción y Deducción
- Método de Medición y Observación.

1.8.1 Justificación de la elección del método.

Este trabajo investigativo se orienta en un esquema empírico analítico realizando pruebas experimentales y funcionales de la operación del Sentron PAC 3200 mediante un software, que pueda llegar a controlar diferentes variables visualizadas fácilmente en una pantalla LCD.

Se Diseña un método integrado (red Profibus) que permita gestionar el control entre los diferentes equipos asociados al Sentron PAC 3200 y procesos auditados (datos adquiridos durante el desarrollo).

El proceso es desarrollado sistemáticamente mediante la toma de datos efectivos necesarios para obtener su máxima efectividad en su aplicación.

Finalmente todo esto es llevado a la práctica con la ayuda del computador y el programa de simulación DATA VISUALIZATION PAC3200-Version: Beta 1.0, que permite adquirir y visualizar datos de los equipos asociados al Sentron PAC 3200, con el fin de que los estudiantes puedan observar los distintos sucesos y formas de visualización que el equipo arroja durante su funcionamiento, adicionalmente asociar el PLC S7-300, que controlará a un motor, visualizando las diferentes variables y medidas en el equipo SENTRON PAC 3200.

CAPÍTULO 2

2. SENTRON PAC 3200.

2.1 Introducción.

El SENTRON PAC3200 dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de energía activa y reactiva, un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio.

Gracias a su diseño compacto representa un sustituto ideal para los instrumentos analógicos convencionales, cuenta con un amplio rango de tensión medida, el SENTRON PAC3200 puede conectarse en tensiones bajas de 690V, como en conexiones directas de hasta 500V, y para tensiones superiores se debe usar transformadores de tensión y para medir corriente sus propios transformadores de corriente que vienen en varias medidas Ej. 50/1 A., 60/5 A.



Figura N° 2. 1 Multimedidor Sentron PAC 3200.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Para su familiarización el equipo Sentron PAC 3200 posee un software amigable y de fácil acceso al equipo, posee dos programas de simulación para ser instalados en la PC, ofrecen a los servidores un fácil entendimiento de las diferentes tareas que realiza el equipo, así como también se puede visualizar las diferentes variables que mide, presentadas en el programa de simulación como también directamente en la pantalla LCD del equipo.

2.2 Medición.

El Sentron PAC 3200 puede obtener más de 50 magnitudes medidas con valores máximos y mínimos, con un margen de error del 05% del valor medido, por lo que lo hace importante su utilización en el sector industrial.

2.2.1 Visualización y manejo.

- Pantalla gráfica con retro iluminación de cristal líquido, para una lectura óptima.
- Información y manejo a través del menú en la pantalla.
- Diferentes idiomas para la visualización del menú y texto en la pantalla.
- Identificador de fases seleccionables (L1, L2, L3 \Leftrightarrow a, b, c).

2.2.2 Alimentación.

- La Fuente de alimentación de este equipo es multirrango con entrada AC/DC: Se alimentande 95 a 240 V AC $\pm 10\%$ / 50 / 60 Hz ó de 110 a 340 V DC $\pm 10\%$.
- La Fuente de alimentación DC de muy baja tensión: Se alimenta con 24 V, 48 V y 60 V DC $\pm 10\%$ ó 22 a 65 V DC $\pm 10\%$.

2.2.3 *Interfaz.*

El equipo se interconecta en las siguientes tres formas:

- Interfaz Ethernet integrada.
 - El SENTRON PAC 3200 dispone de un conector RJ45 en la parte superior. El dispositivo puede ser conectado a Ethernet a través de un conector RJ45, del tipo T-568B.
- Profibus Integrada.
 - Mediante un módulo de ampliación opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP).
- RS485 Integrada.
 - Mediante un módulo de ampliación opcional (p. ej. módulo de ampliación PAC RS485).

2.2.4 *Entrada y salida.*

- Posee una entrada digital multifuncional para cambio de tarifa, sincronización del periodo de demanda, control de estado o totalización de impulsos de energía entregados por otros dispositivos, podemos asignar las siguientes funciones en esta entrada:
 - Cambio de tarifa para contador de tarifa doble de energía activa y reactiva.
 - Sincronización del periodo de demanda a través del impulso de sincronización de un telemando centralizado u otro dispositivo.
 - Monitoreo de estado: Captación de estados y avisos de emisores de señales conectados.
 - Entrada de impulsos de energía activa o reactiva (interfaz S0). La transmisión de los datos se realiza con impulsos ponderados, por ejemplo, por cada KWh se transmite una cantidad parametrizable de impulsos.
 - La entrada digital soporta una tensión máxima de 24 V. Para tensiones superiores se precisa un divisor de tensión externo.

- Posee una salida digital multifuncional, programable a modo de salida de impulsos de energía activa o reactiva, indicación del sentido de giro, visualización del estado operativo del SENTRON PAC3200, para indicación de violaciones de límites o como salida lógica para telecontrol vía PC.

2.2.5 Protección

- Posee un sistema de protección por clave mediante la digitación de un código de 4 dígitos el cual se lo puede cambiar por necesidad propia.

2.3 Tipos de conexión.

Cuenta con 5 formas de conexiones a redes de dos, tres o cuatro conductores con carga balanceada (simétrica) o desbalanceada (asimétrica).

Abreviatura	Tipo de conexión
3P4W	3 fases, 4 conductores, carga desbalanceada
3P3W	3 fases, 3 conductores, carga desbalanceada
3P4WB	3 fases, 4 conductores, carga balanceada
3P3WB	3 fases, 3 conductores, carga balanceada
1P2W	Corriente alterna monofásica

Tabla N° 2.1 Tipos de conexión.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

2.3.1 Límites.

Este equipo dispone de una función para monitorear hasta 6 límites. Monitoreando violaciones de límites superiores e inferiores. También podemos programar al equipo para que cumpla determinadas acciones en caso de violación de los límites, y estas la podemos visualizar en la pantalla del equipo.

Los datos para definir los límites son los siguientes:

- Monitoreo de límite activado/desactivado.
- Magnitud monitoreada.
- Violación de límite superior o inferior.
- Límite.
- Retardo.
- Histéresis.

2.4 Condiciones ambientales.

El SENTRON PAC3200 opera dentro de los siguientes rangos de temperatura y condiciones ambientales:

Descripción	Temperatura
Rango de temperatura de empleo	- 10 °C a + 55 °C
Rango de temperatura en almacenamiento	- 25 °C a + 70 °C
Humedad relativa del aire	95 % a 25 °C sin condensación (en condiciones normales)
Altitud de empleo sobre nivel del mar	hasta 2000 m
Grado de contaminación	2
Grado de protección según IEC 60529	
Frente	IP65
Lado posterior	IP20, NEMA 1A

Tabla N° 2. 1 Rangos de temperatura.

Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

2.5 Conexiones.

Designación de las conexiones, modelo con bornes de tornillo & ojal.

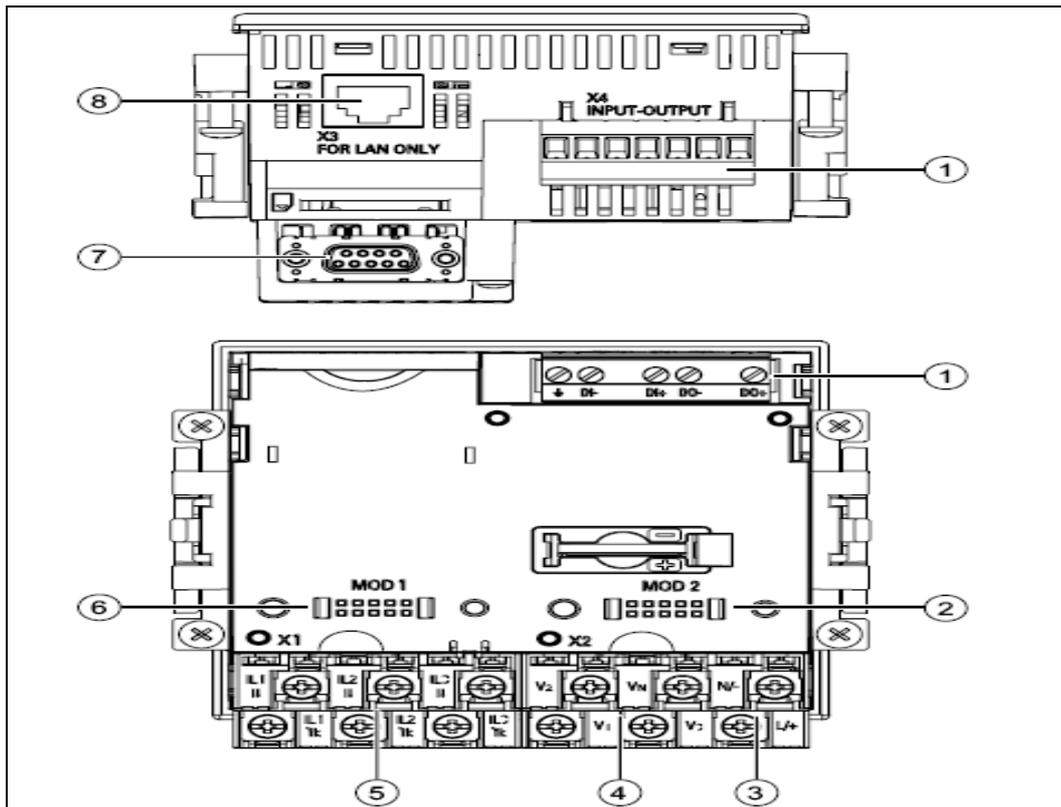


Figura N° 2. 2 Conexiones del Equipo.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

1. Entradas y salidas digitales, tierra funcional
2. Conexión ciega. ¡No utilizable como ranura!
3. Entrada de alimentación L/+, N/-
4. Entradas de medida tensión V1, V2, V3, VN
5. Entradas de medida corriente IL1, IL2, IL3
6. Ranura para módulos de ampliación opcionales
7. Módulo de ampliación opcional, no incluido en el volumen de suministro
8. Conexión Ethernet, RJ45.

2.6 Directivas ESD

2.6.1 Componentes sensibles a descargas electrostáticas (ESD)

Los componentes sensibles a cargas electrostáticas se deterioran si se exponen a tensiones y energías que están muy por debajo de los límites de

percepción del ser humano. Dichas tensiones se presentan cuando una persona que no se ha descargado electrostáticamente toca un componente o un módulo. Los componentes sensibles a cargas electroestáticas expuestos a tales sobretensiones por regla general no pueden detectarse inmediatamente como defectuosos, porque el comportamiento anómalo aparece después de un tiempo prolongado de servicio

2.6.2 Precaución.

Los módulos electrónicos contienen componentes sensibles a descargas electrostáticas. Estos componentes pueden resultar fácilmente dañados o destruidos si no se manipulan con el debido cuidado.

- Descargue su cuerpo electrostáticamente justo antes de tocar un módulo electrónico.
- A tal efecto debe tocar algún objeto conductor y puesto a tierra, p. ej. una pieza de metal sin recubrir de un armario eléctrico o una tubería de agua.
- Agarre el módulo únicamente por la caja de plástico.
- Los módulos electrónicos no deben entrar en contacto con materiales eléctricamente aislantes, como láminas de plástico, piezas de plástico, tableros de mesa aislantes o ropa de fibras sintéticas.
- Deposite el módulo sólo sobre superficies conductoras.
- Almacene y transporte los componentes y módulos electrónicos únicamente en embalajes conductores con protección ESD (p. ej., cajas de metal o cajas de plástico metalizadas). Conserve el módulo en su embalaje hasta el momento del montaje.

2.7 Características del PAC 3200.

- Tensión Fase-fase / Fase-neutro / Promedio 3 fases.
- Intensidades de la corriente Por fase / Promedio 3 fases.
- Intensidad de la corriente en el conductor neutro.
- Potencia aparente Por fase y total.

- Potencia activa Por fase y total.
- Potencia reactiva total Por fase y total.
- Potencia reactiva de la fundamental Por fase y total.
- Factor de potencia Por fase y total.
- Factor de potencia de la fundamental Por fase.
- Frecuencia De la fase de referencia.
- Valores mínimo/máximo | Fecha y hora Función agujas de arrastre.
- Valores medios deslizantes U, I, S, P, Q, FP.
- Magnitudes de medición ampliadas.
- Angulo de desfasaje Entre la tensión y la corriente de cada fase.
- Angulo de fase Entre las tensiones de fase.
- Tensión THD Por fase THD-R (UL-N) THD (UL-N &UL-L).
- Intensidad de la corriente de THD Por fase THD-R (IL1.3) THD (IL1.3).
- Tensiones armónicas Por fase – 3 hasta 31.
- Intensidad de las corrientes armónicas Por fase – 3 hasta 31.
- Intensidad de la corriente de distorsión Por fase.
- Valores mínimo/máximo | Fecha y hora Función agujas de arrastre.
- Asimetría tensión | corriente Sistema trifásico Unba | Inba Unb | Inb.
- Registro de energía / Contador.
- Energía aparente Contador acumulador del registro de energía.
- Energía activa Contador acumulador del registro de energía.
- Sentido de la energía Consumo y regeneración.
- Energía reactiva Contador acumulador del registro de energía.
- Sentido de la energía Consumo y regeneración.
- Medidor de 2 tarifas (Tarifa alta / baja) Energía aparente, activa, reactiva
- Valores de energía diaria para 365 días Energía aparente, activa, reactiva.
- Demanda de energía último período de medición Valor medio de la potencia activa y reactiva.
- Período de medición Ajustable en minutos.

- Valores mínimos / máximos de las potencias Dentro del período de medición.
- Cuenta-horas de servicio Tiempo en el que se consumió energía.
- Contador universal Multifuncional.
- Funciones de supervisión.
- Supervisión de valores límite Cantidad máxima de valores límite 6 12.
- Compuertas lógicas (Lógica Booleana) AND, OR | NAND, NOR, XOR, XNOR.
- Vinculación lógica entre: Valores límite | Entradas.

2.8 Funciones de registro PAC 3200.

- Registro de las curvas de carga.
- Valores promedio de la potencia aparente, activa y reactiva.
- Valores mínimos / máximos Por cada período de medición.
- Almacenamiento del registro En períodos de medición de 15 min hasta 40 días
- Sincronización de: Entrada digital, Comunicación, reloj interno.
- Conformación ajustable del valor medio Aritmética o acumulada.
- Métodos de registro Bloque fijo o deslizante.
- Registro de eventos.
- Cantidad máxima de eventos – > 4000.
- Control de prioridades.
- Niveles de aviso, elegibles.
- Obligación de suministrar acuse de recibo, ajustable.
- Almacenamiento de eventos, configurable.
- Interfaces.
- Ethernet (Integrada) Para cable de par cruzado 10 Mbit/s 10/100 Mbit/s.
- Funciones de interfaces Auto-Negotiation / Auto MDI-X.
- Cantidad de conexiones Simultáneas 1 3.
- Protocolo Modbus TCP.

- Gateway (Ruteo) Ethernet-RS485 (Modbus).
- PROFIBUS DP (V1) Por medio del módulo PAC PROFIBUS DP Módulo de ampliación opcional.
- Modbus RTU Por medio del módulo PAC RS485 Módulo de ampliación opcional.
- Entradas / Salidas.
- Entrada(s) digital(es) Multifuncional(es) 1 2.
- Salida(s) digital(es) Multifuncional(es) 1 2.
- Tensión de servicio entrada(s)/salida(s) digital(es) Valor nominal 24 V CC 24 V CC.
- Reloj / Calendario.
- Reloj de tiempo real Marcación de tiempo con exactitud de un segundo.
- Función calendario Formato ajustable de la fecha y la hora.
- Conmutación entre horario de verano e invierno Automática (EE.UU.) / Unión Europea) o manual.
- Límites de errores.
- Tensiones | Intensidades de la corriente Referidos al valor de medición 0,3% | 0,2% 0,2%*.
- Potencia aparente | Activa | Reactiva Referidos al valor de medición 0,5% | 0,5% | 2% 0,5%* | 0,2%* | 1%*.
- Energía activa Según la norma 62053-22 Clase 0,5S Clase 0,2S.
- Energía reactiva Según la norma 62053-23 Clase 2 Clase 2.
- Observación / Operación.
- Display LCD gráfico con fondo iluminado.
- Visualizaciones Alfanuméricas y texto Completamente gráficas.
- Operación Conducida por menú por medio de teclas de función.
- Idiomas Configurables desde el instrumento Alemán, chino, español, francés, inglés, italiano, portugués, turco, ruso.

CAPÍTULO 3

3 MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

3.1 Clasificación de las máquinas eléctricas.

3.1.1 *Clasificación por usos:*

Las máquinas eléctricas de acuerdo a sus usos se dividen en:

- a. **Generadores.**- Transforman la energía mecánica en eléctrica. Se instalan en las centrales eléctricas (CC.EE.) y en los diferentes equipos de transporte como autos, aviones, barcos, etc. En las CC.EE. los generadores son accionados mecánicamente mediante turbinas que pueden ser a vapor o hidráulicas; en los equipos de transporte mediante motores de combustión interna o turbinas a vapor. En una serie de casos los generadores se usan como fuente de energía para equipos de comunicaciones, dispositivos automáticos, de medición, etc.
- b. **Motores.**- Son equipos eléctricos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica; sirven para accionar diferentes máquinas, mecanismos y dispositivos que son usados en la industria, agricultura, comunicaciones, y en los artefactos electrodomésticos. En los sistemas modernos de control los motores se usan en calidad de dispositivos gobernadores, de control, como reguladores y/o programables.
- c. **Convertidores electromecánicos.**- Transforman la C.A. en C.C. y viceversa, variando la magnitud de tensión (V), tanto de C.A. como C.C., frecuencia (F), número de fases y otros. Se usan ampliamente en la industria aunque en las últimas décadas ha disminuido su demanda debido al uso de los convertidores semiconductores (dispositivos electrónicos de potencia).

- d. **Compensadores electromecánicos.-** Generan o absorben potencia reactiva (Q) en los sistemas eléctricos de potencia para mejorar los índices energéticos (el factor de potencia, niveles de tensión) en las interconexiones y los centros de carga.
- e. **Amplificadores electromecánicos.-** Se usan para el control de equipos de gran potencia, mediante señales eléctricas de pequeña potencia, que son transmitidos a los devanados de excitación (control). Su uso también ha disminuido.
- f. **Convertidores electromecánicos de señales.-** Generan, transforman y amplifican diferentes señales. Se diseñan y proyectan en forma de micro motores y lo usan ampliamente diferentes equipos de control tal como lo muestra la figura 3.1:

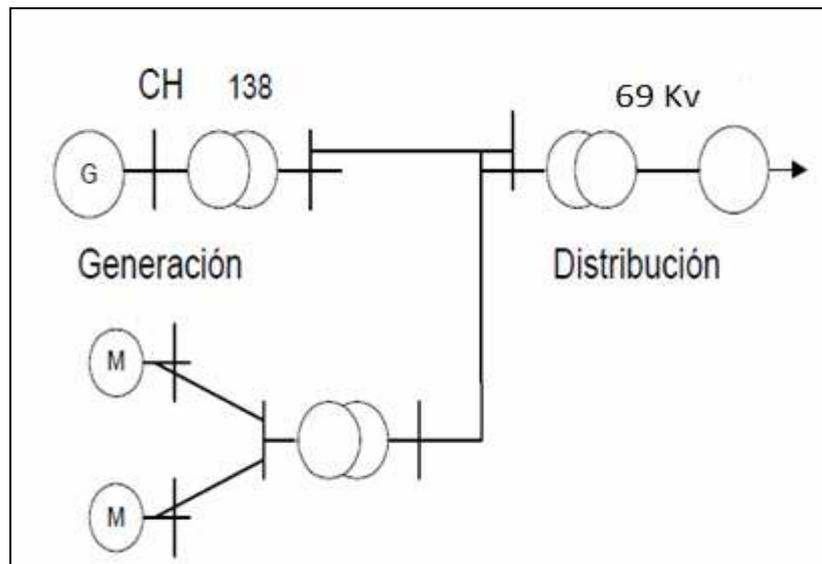


Figura N° 3. 1 Motores uso final en la industria, comercio.
Autor: Generadores Eléctricos Ulzama

3.1.2 Clasificación por tipo de corriente y por su funcionamiento.

Por el tipo de corriente se dividen en máquinas de C.A. y de C.C. Las máquinas en dependencia de su funcionamiento y de su sistema magnético (núcleo) se dividen en transformadores, máquinas de inducción, máquinas síncronas y máquinas colectoras.

- a. **Transformadores.-** Se usan ampliamente para la variación de tensión. En los sistemas de transmisión, subtransmisión y utilización, en los rectificadores de corriente, en la automática y la electrónica.
- b. **Máquina de inducción.-** Se usan como motores trifásicos, habiendo también monofásicos. La simpleza de su diseño y su alta confiabilidad permiten su uso en diferentes campos de la ingeniería. En los sistemas de regulación automática. (SRA) se usan ampliamente motores de control mono y bifásico, generadores así también como selsyns.
- c. **Máquinas síncronas.-** Se usan como generadores de C.A. de frecuencia industrial (50 ó 60 Hz) en las CC. EE., así como generadores de alta frecuencia (en los barcos, aviones, etc.). En los sistemas de mando eléctrico de gran potencia se usan motores síncronos. En los dispositivos automáticos se usan máquinas síncronas de histéresis, con imanes permanentes, de paso y otros.
- d. **Máquinas colectoras.-** Se usan muy rara vez y sólo como motores. Tienen un diseño complejo y exigen muy buen mantenimiento.
- e. **Máquina de C.C.-** Se usan como generadores y motores en los sistemas de mando eléctrico que requieran flexibilidad en la regulación de velocidad: en los ferrocarriles, en el transporte marítimo, en laminadores, en grúas; también en casos cuando la fuente de energía eléctrica son baterías acumuladoras.

Los generadores de C.C. frecuentemente se usan para el suministro de energía a dispositivos de comunicaciones, el transporte (aviones, trenes, buques), para cargar baterías. Sin embargo ahora son remplazados por generadores de C.A. que funcionan conjuntamente con rectificadores de estado sólido (semiconductores).

3.1.3 *Clasificación por nivel de potencia.*

En función a la potencia que absorben o generan las máquinas, se dividen en micro máquinas, motores de pequeña, media y gran potencia.

- a. **Micro máquinas.-** Cuya potencia varía de décimas de Watt hasta 500 w. Estas máquinas trabajan tanto en C.A. como en C.C., así como a altas frecuencias (400 - 200 Hz).
- b. **De pequeña potencia.-** 0.5 - 10 KW. funcionan tanto en C.A. como en C.C. y, en frecuencia normal (50 - 60 Hz o más).
- c. **De potencia media.-** 10 KW hasta varios cientos de KW.
- d. **De gran potencia.-** Mayor de 100 KW. Por lo general las máquinas de media y gran potencia funcionan a frecuencia industrial.

3.1.4 *Clasificación por frecuencia de giro (velocidad).*

Se dividen en:

- De baja velocidad: con velocidad menor de 300 r.p.m.
- De velocidad media: (300 - 1500 r.p.m.).
- De altas velocidades: (1500 - 6000 r.p.m.).
- De extra altas velocidades: (mayor de 6000 r.p.m.).

Las micromáquinas se diseñan para velocidades de algunos r.p.m. hasta 6000 r.p.m.

3.2 Características nominales de las máquinas eléctricas.

- a. Cada máquina tiene una placa adherida a su carcasa. En esta placa se indican el tipo, sus características con sus principales índices energéticos y sus condiciones de funcionamiento para los cuales han sido diseñados.
- b. Son datos nominales o características: La potencia, tensión, corriente, velocidad, frecuencia de C.A., rendimiento (performance), número de fases, factor de potencia y régimen de funcionamiento (para carga permanente, carga tipo sierra, carga de emergencia). Además, en la placa figura: Nombre del fabricante, año de fabricación, clase de aislamiento, también datos complementarios necesarios para la instalación y mantenimiento (peso, conexión trifásica, otros).

El término “nominal” se puede usar también para referirse a magnitudes no señaladas en la placa, pero que corresponden al régimen nominal de funcionamiento, por ejemplo par nominal, deslizamiento.

3.3 Potencia nominal de las máquinas eléctricas.

Potencia nominal es aquella potencia para la cual está diseñada la máquina, teniendo en cuenta su temperatura y el trabajo continuo durante su tiempo de uso (funcionamiento).

Se entiende por potencia nominal:

- para el motor.- potencia mecánica en el árbol (eje, rotor), W o KW.
- para generador C.C.- potencia eléctrica en los bornes (terminales), W o KW.
- para generador de C.A.- potencia aparente en los bornes, VA o KVA.

Las máquinas pueden funcionar también en condiciones no nominales (sobrecarga y subcarga, potencia superior o inferior a la nominal, tensión y corriente diferentes del nominal), en estas condiciones los índices energéticos también son diferentes del nominal. Frecuentemente, ante cargas inferiores a la nominal, el rendimiento y el factor de potencia son menores que sus valores nominales, ante cargas superiores a la nominal surge el peligro de una elevada temperatura en diferentes partes de la máquina, principalmente en los devanados, lo cual puede tener efecto en el deterioro de su aislamiento o de la máquina en su conjunto. La temperatura máxima permisible en los devanados depende de las propiedades del aislamiento usado (de su tipo) y del tiempo de funcionamiento de la máquina y fluctúa entre los 105 y 180° C.

En los estándares para máquinas se incluyen otras normas que determinan las sobrecargas permitidas y las pruebas a que son sometidas los elementos de su estructura, también las condiciones de su funcionamiento.

Las máquinas de C.A. por regla general están diseñadas para funcionar con tensión senoidal y simetría en las fases. Las máquinas que trabajan acopladas eléctricamente con dispositivos rectificadores generalmente tienen una forma de tensión y corriente diferente a la senoidal originando la presencia de armónicos en la red, lo que origina pérdidas complementarias de energía lo cual hace que se eleve la temperatura de los devanados y del núcleo.

3.4 Transformadores.

El transformador es un dispositivo estático de tipo electromagnético que tiene dos o más devanados acoplados por un campo magnético mutuo (núcleo) y se usa para convertir uno o varios sistemas de C.A. en otro u otros sistemas de C.A. de tensión diferente.

La aplicación de los transformadores permite elevar o bajar la tensión, variar el número de fases y en algunos casos incluso variar la frecuencia de la C.A. La posibilidad de transmitir las señales eléctricas de un devanado a otro mediante inducción electromagnética fue descubierta por M. Faraday.

Los transformadores se usan para los siguientes fines:

3.4.1. Transmisión y distribución de energía eléctrica.

Por lo general en las centrales eléctricas (CC.EE.) se genera energía a tensión de 6-24 KV. Transmitir la energía a grandes distancias, es más económico haciéndolo a altas tensiones, por ello en las centrales se instalan transformadores elevadores de tensión.

Actualmente en la transmisión de energía se usan tensiones de 220, 330, 500 y 750 KV y potencias hasta de 1200 - 1600 MVA.

La energía eléctrica en el país se distribuye a las industrias y a las ciudades por cables subterráneos y líneas aéreas.

Para asegurar el circuito de conexión necesario de las válvulas rectificadoras (diodos) en los dispositivos convertidores. (En los circuitos rectificadores o en los inversores, la relación de tensiones a la entrada y salida depende de la conexión de los diodos).

En los últimos años se usan transformadores para la excitación de campos de potentes turbo o hidrogeneradores, de mando eléctrico y otros fines más. Además gracias al uso de aislamiento resistente al calor en la fabricación de los transformadores, se ha podido elevar la potencia en 1.3 - 1.5 veces y disminuir sus dimensiones.

Para diferentes objetivos tecnológicos como soldadura, fuentes de alimentación.

La potencia alcanza algunas decenas de KVA con tensiones de hasta 10 KV

Para la alimentación de los diferentes circuitos de radio y TV, dispositivos de comunicaciones, automática y tele mecánica. En estos usos los transformadores

por lo general tienen pequeña potencia (de algunos Watts hasta algunos KW) y baja tensión. Son diseñados en 2, 3 y multidevanados.

Para conectar instrumentos de medición y otros dispositivos, por ejemplo relés, en los circuitos eléctricos de alta tensión (AT) o en los circuitos por donde fluyen grandes corrientes, con el objetivo de ampliar las escalas de medición. Los transformadores que se usan para esta aplicación se llaman transformadores de medida, tienen pequeña potencia, que es determinada por la potencia de los aparatos de medición, relés y otros.

Los transformadores que se usan en la industria y en los sistemas eléctricos (transmisión y distribución) son llamados transformadores de potencia. Para su funcionamiento son características: magnitud de potencia variable en función a un diagrama de carga y pequeñas variaciones de tensión, tanto del primario como del secundario, con respecto al valor nominal.

3.4.2. Datos nominales de los transformadores.

- Potencia nominal, KVA
- Tensión de AT, KV
- Tensión de BT, KV
- Corriente nominal en AT. Amp.
- Corriente nominal en BT. Amp.
- Factor de potencia, cos del ángulo
- Frecuencia, Hz
- Esquema de conexión
- Número de fases
- Tensión de cortocircuito

3.4.3. Pérdidas de potencia y energía en los transformadores.

En los transformadores se tienen dos tipos de pérdidas, pérdidas en el hierro y pérdidas en el cobre.

- a. **Pérdidas en el hierro.-** Son pérdidas que se deben a las características de diseño y a la calidad de los materiales empleados en su fabricación. Este tipo de pérdidas son permanentes y tienen lugar mientras el transformador esté conectado a la red. La magnitud de estas pérdidas depende del tamaño o potencia del transformador.

Este tipo de pérdidas las define el fabricante y las presenta en las especificaciones del equipo.

- b. **Pérdidas en el cobre.-** Son pérdidas que se deben al efecto Joule es decir por la corriente que circula en devanados del transformador. Estas pérdidas dependen del nivel de carga que tenga el transformador en su operación.

CAPITULO 4.

4 PROGRAMACIÓN DEL SENTRON PAC 3200.

4.1 Instalación y configuración con el PC.

4.1.1 Requerimientos de hardware.

El software de visualización de datos PAC 3200 soporta todas las IBM/AT compatible con las plataformas de las PC. Con el fin de ser capaces de trabajar eficientemente con esta herramienta, se debe establecer una configuración de acuerdo a los valores recomendados a continuación:

Los requisitos son los siguientes:

- CPU Intel Pentium III, 800 MHz Intel Pentium 4, 1400 MHz
- Memoria principal:512 MB
- El espacio disponible en disco duro:2 MB
- Tarjeta de vídeo:16 MB,32 MB
- Profundidad de color: 256 color verdadero
- La resolución 800 *600 / 1024* 768

4.1.2 Requerimientos del software.

El software de visualización de datos PAC 3200 se ejecuta bajo Windows XP Professional. También se ejecuta bajo Windows XP Home de Microsoft. NET Framework.

4.1.3 Instalación del software

No se requieren derechos de administración con el fin de instalar el software. El archivo ejecutable “DATA VISUALIZATION PAC 3200-Version: Beta 1.0.” sólo tiene que ser copiado en la carpeta deseada.

4.2 Ejecución del simulador PAC 3200 en la PC.

Una vez que el "Simulador PAC 3200" se ejecuta, la ventana principal se despliega de tal como lo muestra la figura 4.1:

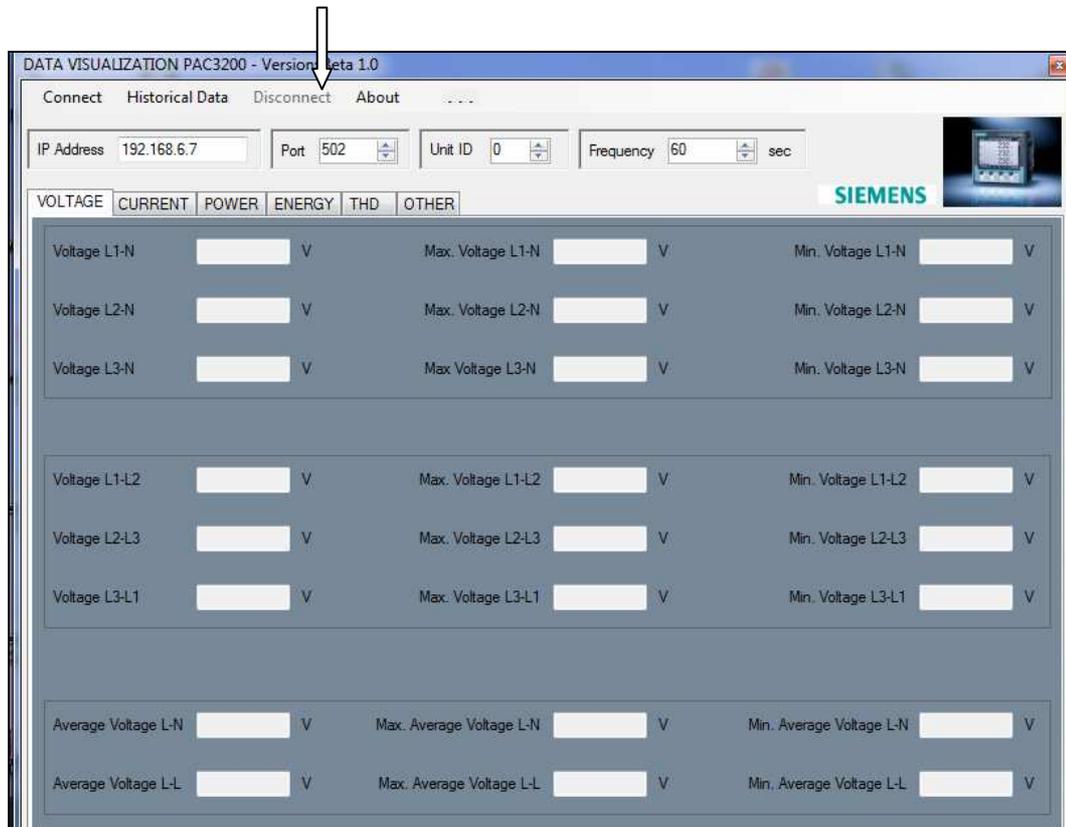


Figura N° 4. 1 Pantalla principal del simulador desconectado.

Fuente: Programa Simulación Sentron PAC 3200.

Con el fin de establecer la configuración en la comunicación, los siguientes campos deben ser establecidos:

1. **DIRECCIÓN IP:** Es una identificación numérica (dirección lógica) que se asigna a los dispositivos que participan en la red de ordenadores que utilizan el protocolo de Internet. Tiene que ser un juego en el dispositivo de vigilancia PAC3200. Para conexiones punto a punto los primeros tres bytes de los PAC y las direcciones del PC debe ser por lo general idénticos (es decir PAC 129.211.25.12 y 129.211.25.15 PC) 1234.

2. **Puerto:** identificador numérico de las estructuras de datos de los puntos finales para el host a host comunicaciones en el protocolo TCP. Puerto 502 se utiliza por defecto y debe trabajar para la mayoría de las conexiones.
3. **ID de la unidad:** número de servidores necesarios para la identificación del telegrama Modbus TCP. La unidad ID es 1 por defecto y normalmente no debe ser cambiado.
4. **Frecuencia:** tiempo de la muestra de datos. Predeterminado de fábrica es 1 segundo. Sin embargo, puede ser configurado para 3600 segundos, que puede ser útil para el seguimiento a largo plazo de datos históricos.

4.3 Conexión al PC.

Para la conexión punto a punto se debe utilizar un cable cruzado de Ethernet y conectarlo tal como lo muestra la figura 4.2:

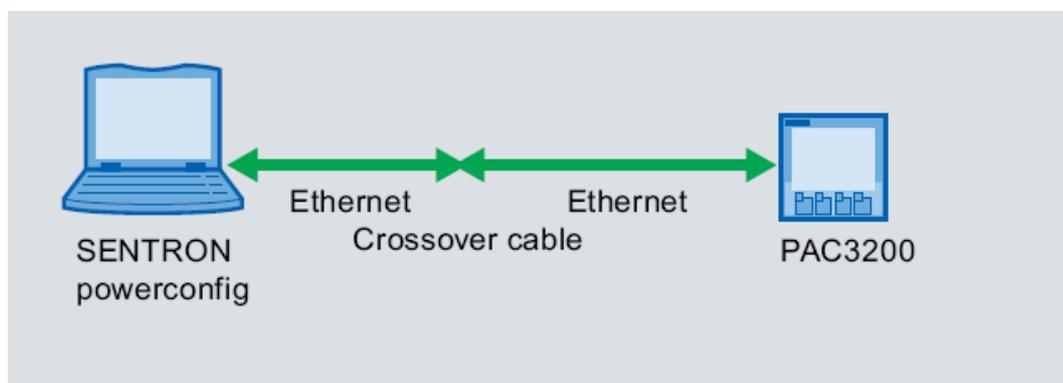


Figura N° 4. 2 Conexión punto a punto.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

El uso de un Hub/Switch en una red Ethernet también es posible. En este caso se debe conectar como lo muestra la figura 4.3:

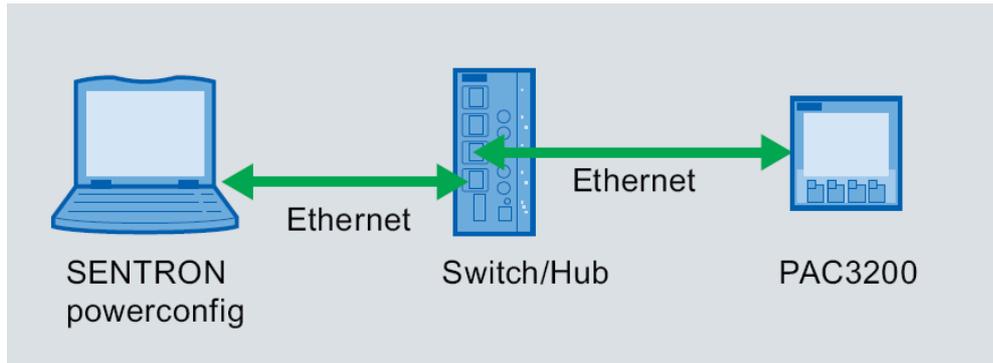


Figura N° 4.3 Conexión por medio de un interruptor.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Si siguiendo las instrucciones anteriores, ahora es posible visualizar el equipo PAC 3200 en el computador, en el simulador para que comience a funcionar haga clic en "Conectar".

Si la configuración y la conexión están correctas, la ventana de presentación del programa de simulación se muestra en la figura 4.4:

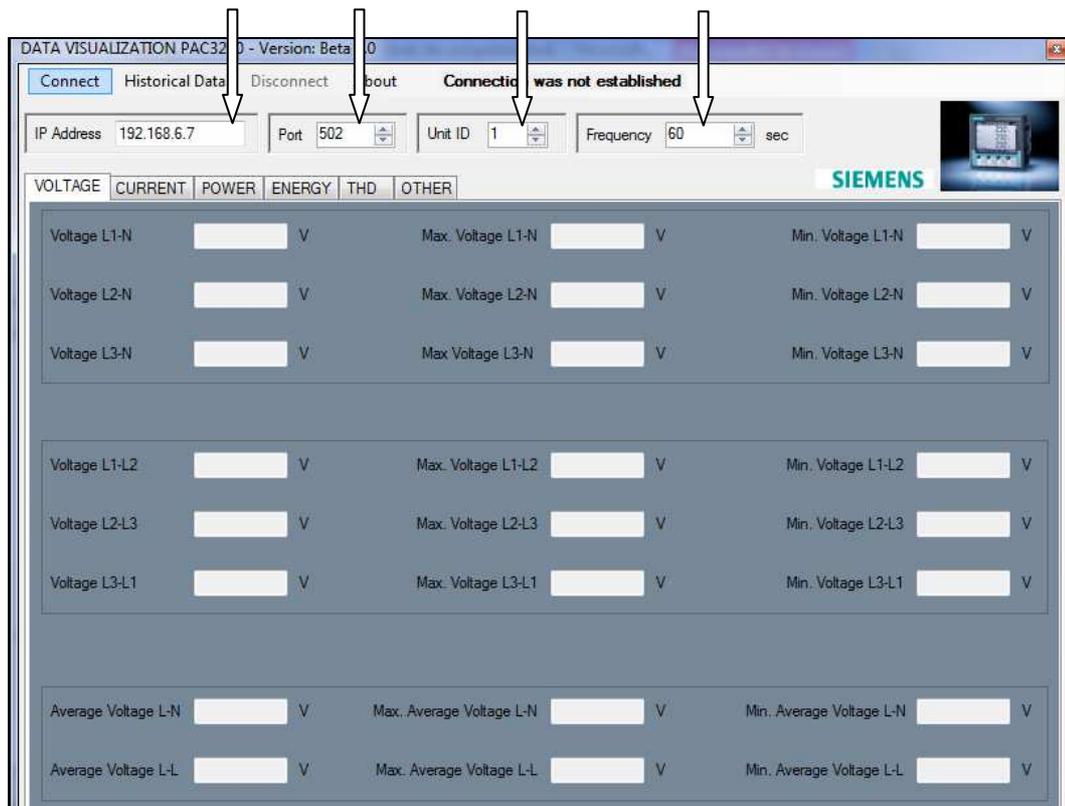


Figura N° 4.4 En línea ventana principal.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Los datos que se observan en la pantalla del software de simulación del PAC 3200 son de Potencia, para visualizar las otras variables se debe dar clic sobre el botón apropiado tal como lo muestra la figura 4.5.

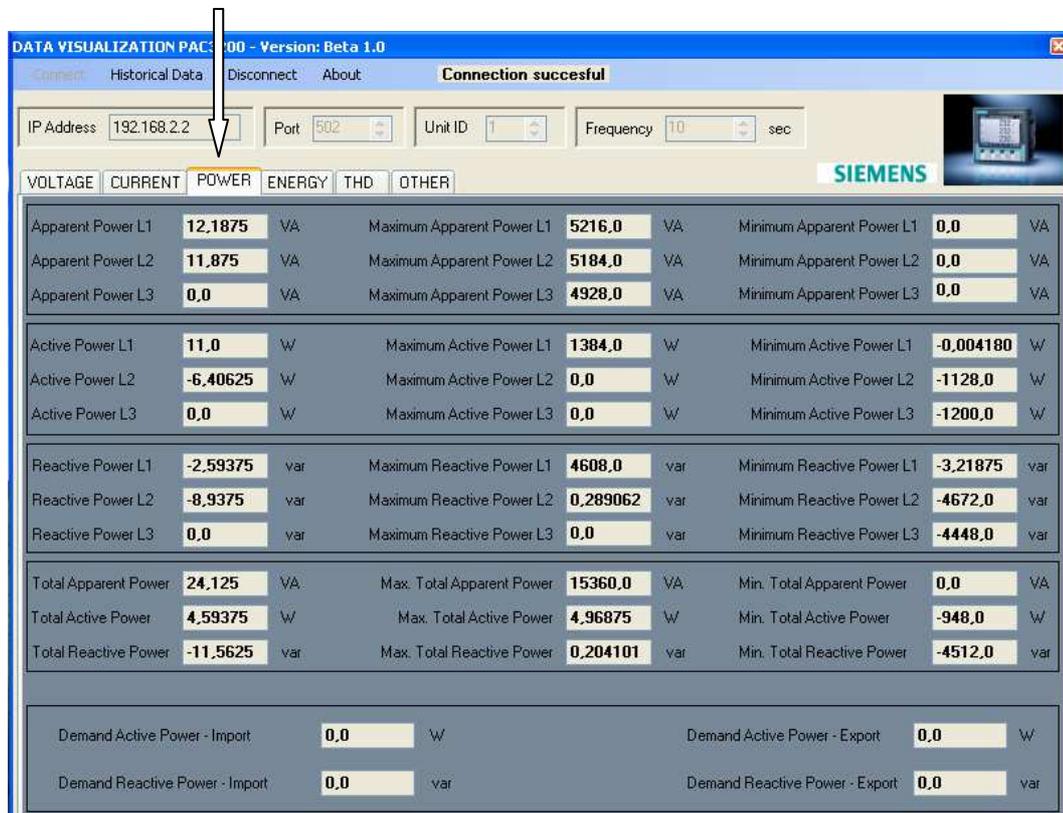


Figura N° 4. 5 Ventana con las medidas de potencia.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

4.4 Historial de datos.

A veces es conveniente guardarlos datos medidos durante determinados períodos de tiempo (es decir, para fallas en la red de monitoreo, tales como caídas de tensión temporal). Que se puede lograr utilizando la función de los datos históricos de PAC 3200 software de visualización de datos.

Antes de conectar el simulador al PC, se debe realizar la siguiente configuración para poder adquirir el histórico de datos, para ello se debe dar clic en el botón “Historical Data” del Programa de Simulación, como se muestra en la figura 4.6:

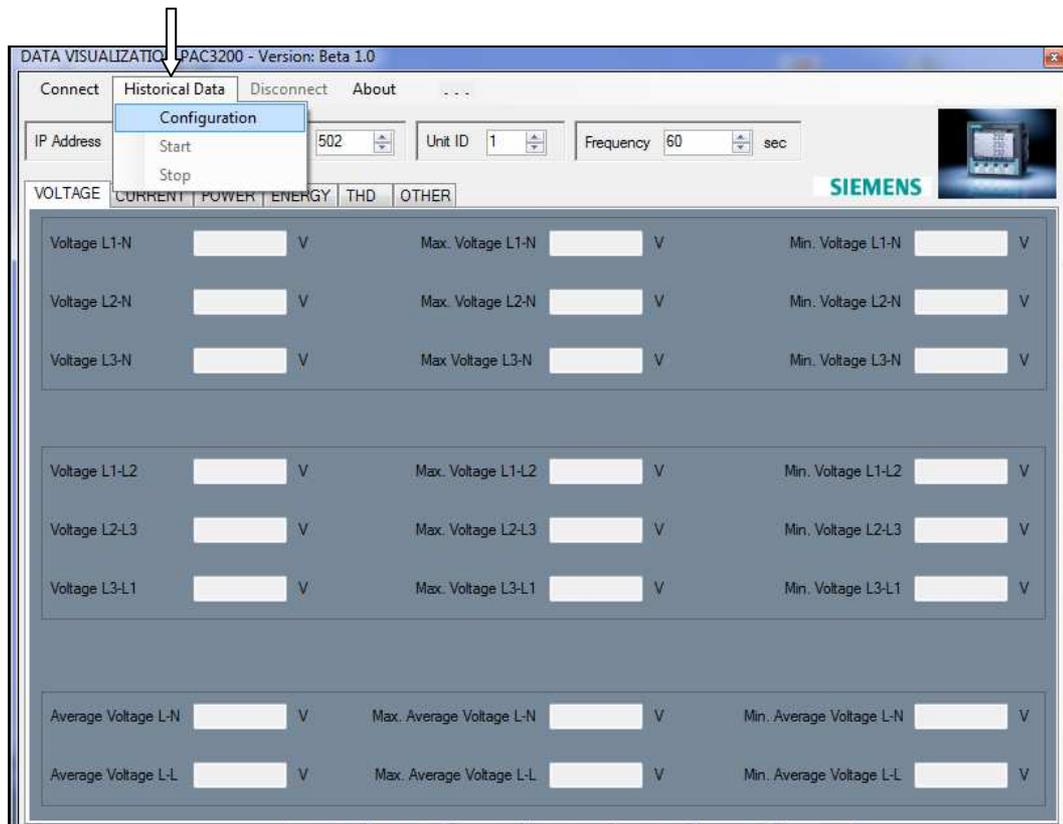


Figura N° 4. 6 Configuración de grabación de datos históricos.

Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

En el siguiente cuadro de diálogo, se puede establecer dónde, cómo y cuándo los datos históricos deben ser almacenados:

1. **Carpeta:** Seleccionar el lugar de destino, en el que el archivo CSV se va a almacenar sea en el disco duro del computador o en una memoria externa.
2. **Los datos monitoreados:** Seleccionar la variable a controlar, más de una variable puede ser registrada en el mismo tiempo.
3. **Tiempo sugerido de la muestra de datos:** Es el periodo en el que las variables seleccionadas se registran. Este valor debe establecerse en función del tiempo de frecuencia seleccionada en la ventana principal. Para un mejor rendimiento los tiempos de muestra sugeridos se encuentran en el programa de simulación y debe seleccionar el tiempo con el que va a trabajar el operador del simulador.

4. **Separador de listas:** Es el separador de lista utilizado para dividir de un valor a otro en el archivo CSV. Para esta versión beta 1.0. sólo está disponible el punto y coma como se muestra en la figura 4.7:

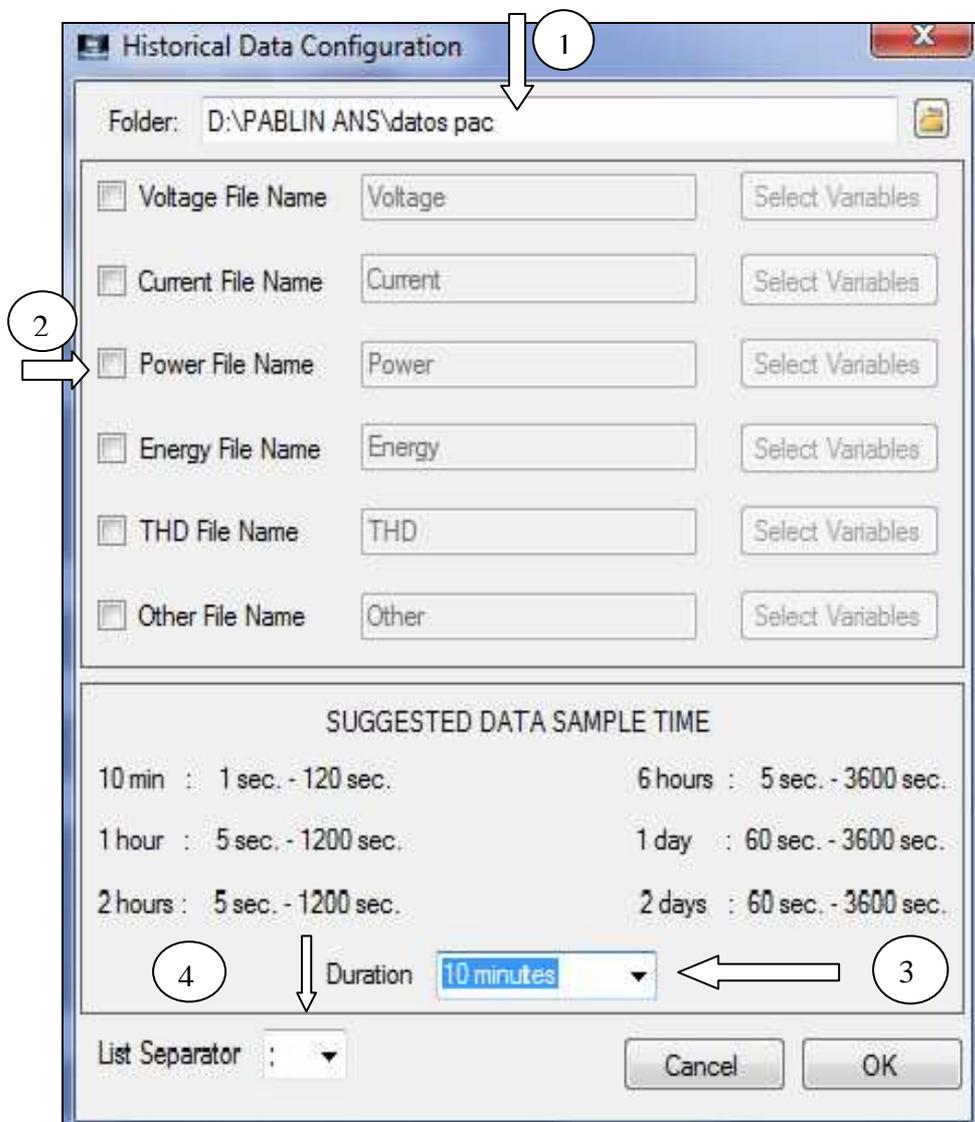


Figura N° 4. 7 Donde y como Almacenar datos.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Una vez que la carpeta se haya seleccionado, el siguiente paso es definir la variable a controlar (es decir, en curso), como se muestra en la figura 4.8:

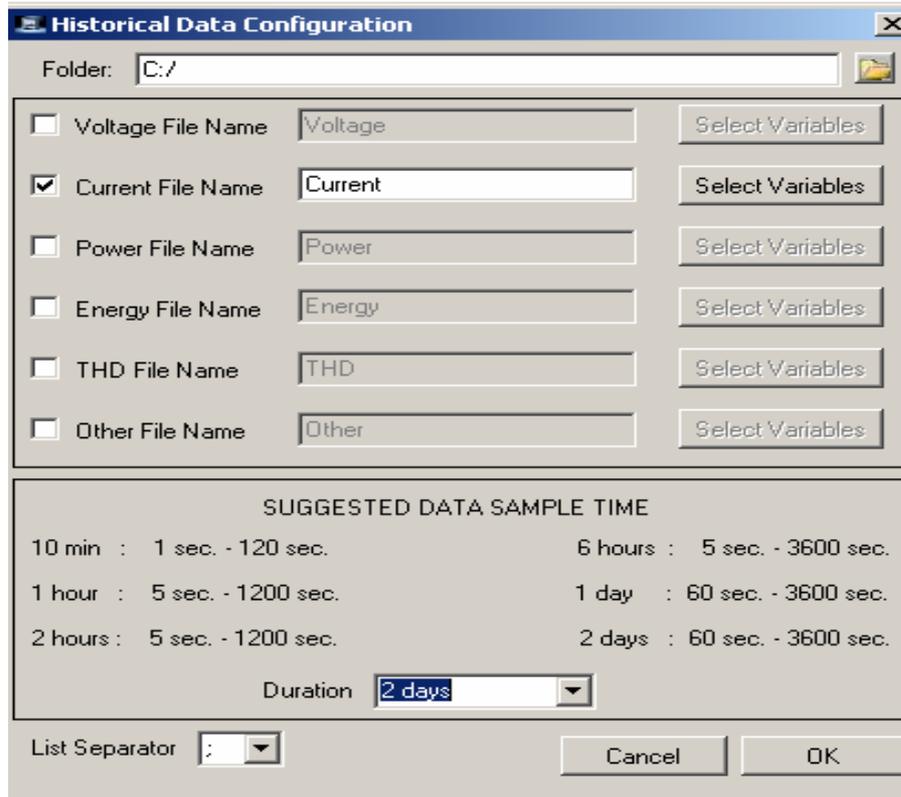


Figura N° 4. 8 Variable a controlar.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

A continuación, marca las casillas de verificación, y haga clic en Aceptar (OK), como se muestra en la figura 4.9:

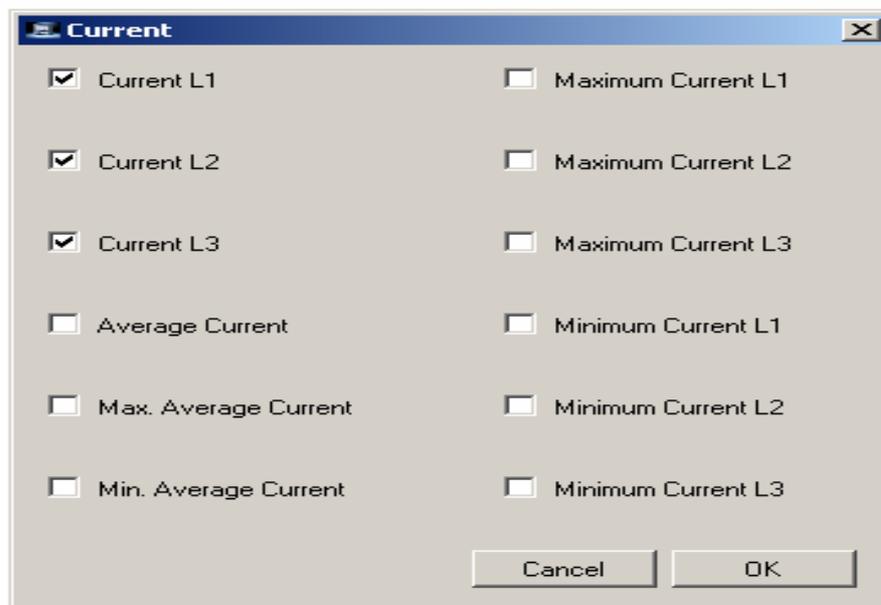


Figura N° 4. 9 Casilleros de verificación
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

En el programa de simulación, el cuadro de configuración posee una lista de tiempos que se encuentran establecidos de acuerdo a la frecuencia con la que quiera repetir la adquisición de datos automáticamente, seleccione una opción y haga clic sobre ella, como se muestra en la figura 4.10:

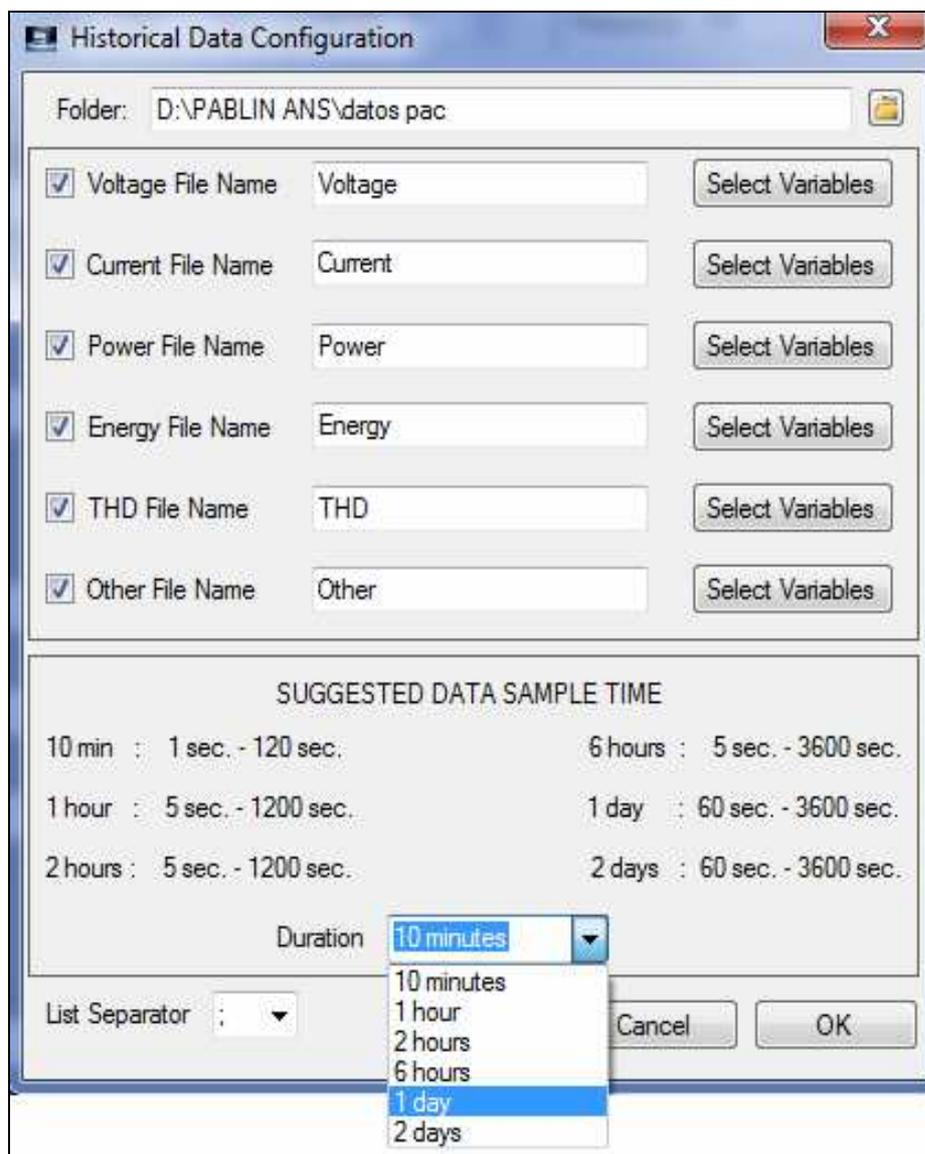


Figura N° 4. 10 Definir tiempo para la muestra de datos.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

4.5 Grabación de datos.

Una vez que la grabación de los datos históricos se encuentra activa, hacer clic en "Conectar" en la ventana principal del simulador. La grabación de datos sólo se iniciará al hacer clic en el botón de datos históricos - > Iniciar (Start), como se muestra en la figura 4.11:

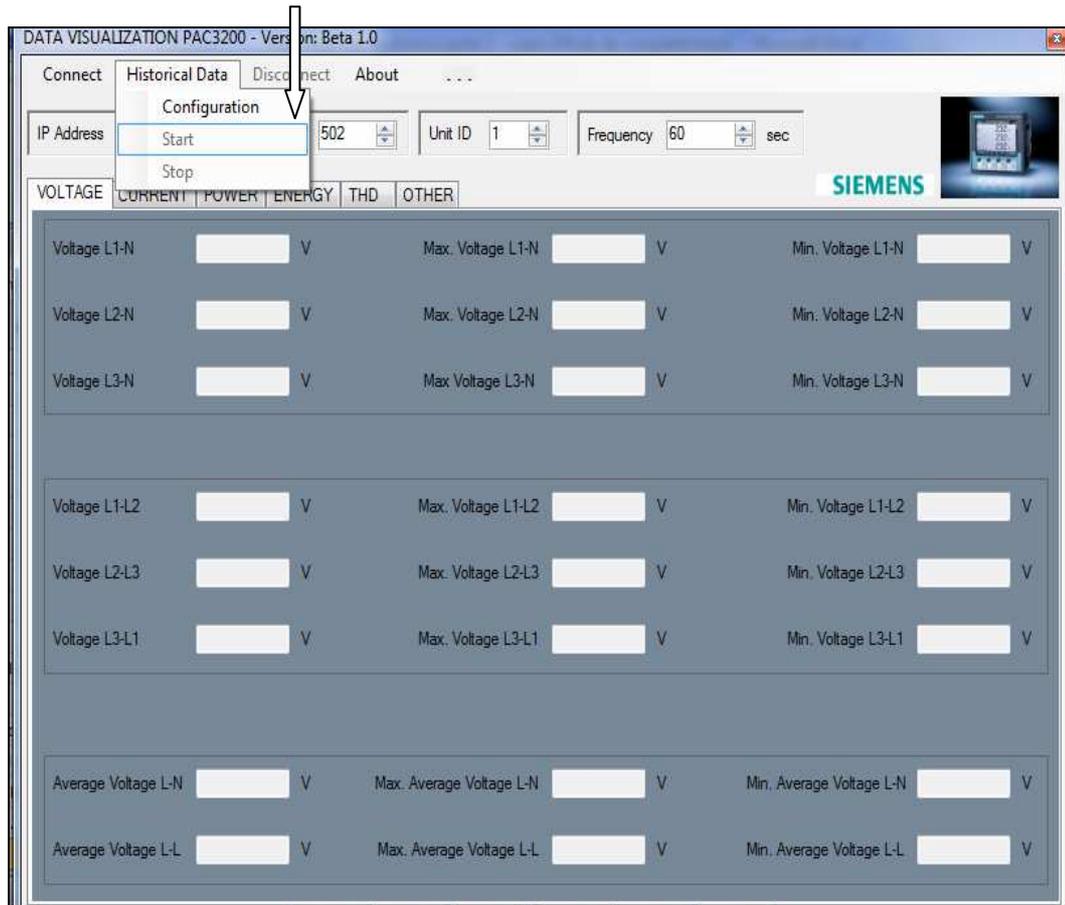


Figura N° 4. 11 Iniciar grabación de datos.

Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Hay dos formas de detener el registro de datos: Esperar hasta que el tiempo haya transcurrido en cualquier momento hacer clic en el botón de datos históricos - > Detener (Stop). Para este ejemplo, la frecuencia seleccionada fue de 1 segundo y el tiempo de muestreo de datos fue de 10 minutos. Esto significa que 600 valores de datos se han registrado, siempre y cuando se detenga automáticamente.

4.6 Trabajar con archivos CVS.

El uso de software de hoja de cálculo estándar, como Microsoft Excel es posible graficar los datos registrados por la función de datos históricos sobre el software de visualización de datos.

El primer paso es abrir el archivo de CVS creada por el software, como se muestra en la figura 4.12:

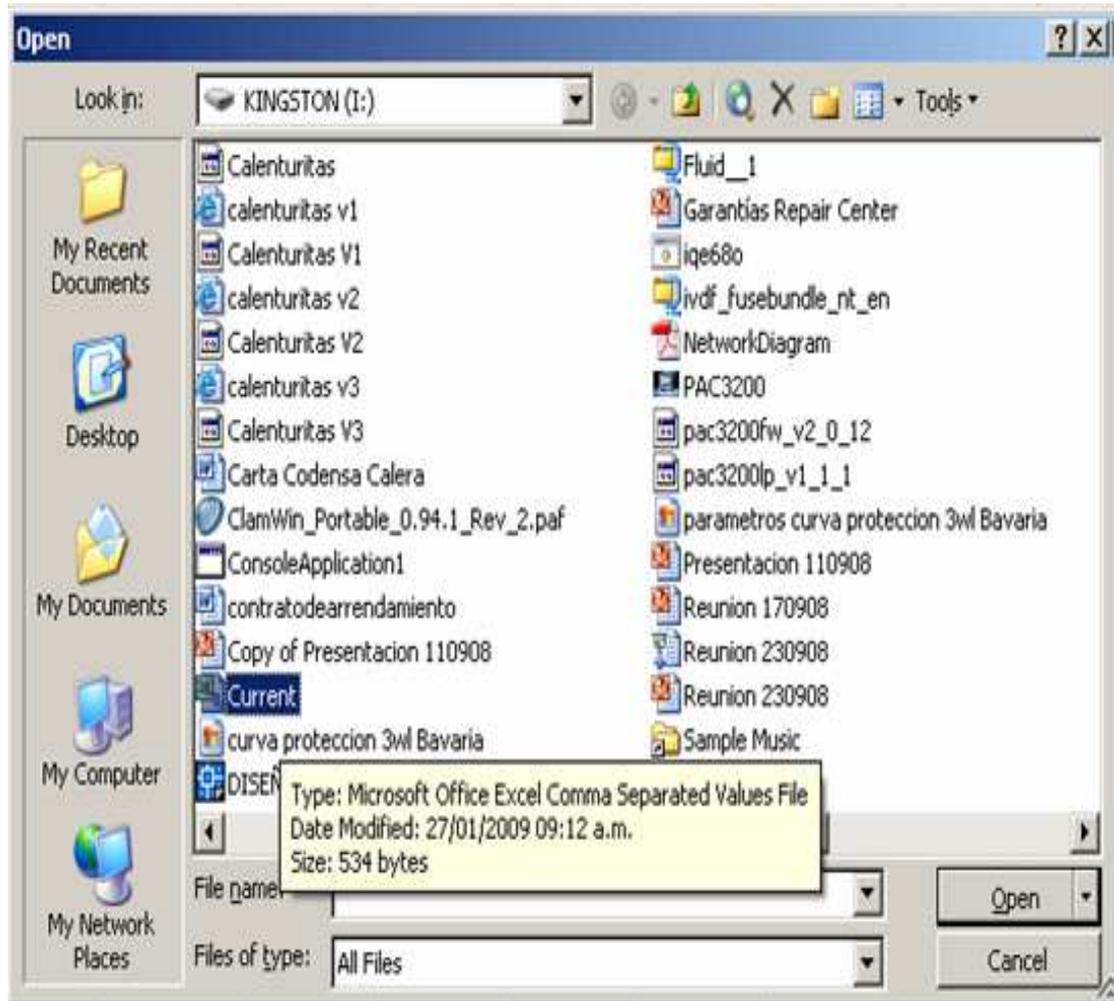


Figura N° 4. 12 Apertura de datos CVS.

Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Desarrollado por: Microsoft office.

Una vez que se abre el archivo de datos se obtiene la imagen mostrada en la siguiente figura 4.13:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Time	Current L1	Current L2	Current L3				
2	27/01/2009 09:11	0	0	1				
3	27/01/2009 09:11	1	0	1				
4	27/01/2009 09:11	0	0	1				
5	27/01/2009 09:11	2,234375	1	2,96875				
6	27/01/2009 09:11	6,875	5,96875	6,875				
7	27/01/2009 09:12	8,6875	7,25	8,25				
8	27/01/2009 09:12	7,875	6,75	7,5				
9	27/01/2009 09:12	7,9375	6,71875	7,53125				
10	27/01/2009 09:12	7,96875	6,625	7,5625				
11	27/01/2009 09:12	7,96875	6,1875	7,53125				
12	27/01/2009 09:12	7,9375	4,9375	7,46875				
13	27/01/2009 09:12	7,90625	3,75	7,4375				
14								

Figura N° 4. 13 Los datos importados.

Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Desarrollado por: Microsoft office.

Esta hoja de cálculo presenta los valores de las variables seleccionadas y que han sido adquiridos por el programa simulación, se encuentran guardados en el disco duro del computador, o en la memoria que se haya seleccionado para almacenar los datos, esta acción la realiza automáticamente el programa de simulación del PAC 3200.

Utilizando el Asistente para gráficos es fácil crear un gráfico con los datos registrados. En la figura 4.14, se muestra una curva tiempo-corriente del arranque de un motor utilizando la solución PAC 3200:

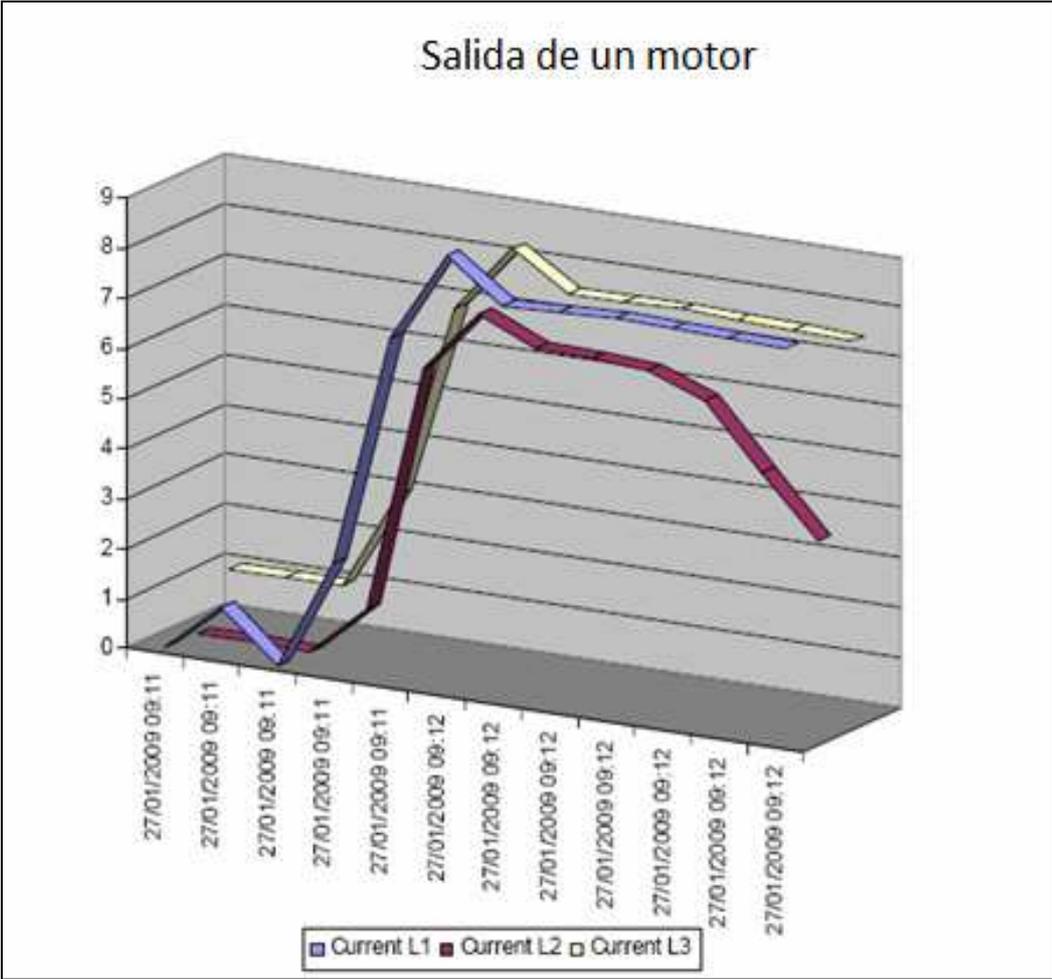


Figura N° 4. 14 Curva de tiempo-corriente.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

Los cuadros anteriores sólo son un ejemplo del amplio espectro de posibilidades del software, para sacar el máximo provecho del equipo Sentron PAC 3200.

4.7 PROGRAMA STEP 7.

4.7.1 *Software de Ingeniería Simatic Manager.*



Figura N° 4. 15 Ventana principal de SIMATIC.

Fuente: Programa Siemens STEP 7.

SIMATIC Manager es un lenguaje de programación simple y fácil de aprender para el sistema de automatización SIMATIC S7-300. Su gran repertorio funcional permite resolver incluso las tareas de automatización más difíciles. Su facilidad de aprendizaje y la velocidad con que es posible programar le hacen particularmente fácil de usar.

4.7.2 *Programación del PLC.*

Luego de haber realizado la instalación del software, se realiza la apertura del mismo desde la pestaña creada en el escritorio del PC, así el sistema SIMATIC Manager creará el proyecto y presentará la pantalla de inicio en donde se da apertura a la programación.

Para establecer una dirección o un valor al controlador se asignaron las variables del proceso en el software de ingeniería SIMATIC Manager, de igual

manera se las direccionó en el software de programación en el panel del operador, esto con el fin de que ambos equipos puedan comunicar efectivamente los datos relacionados en el sistema aplicado para la seguridad del proceso.

Un PLC es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa, como se muestra en la figura 4.16:

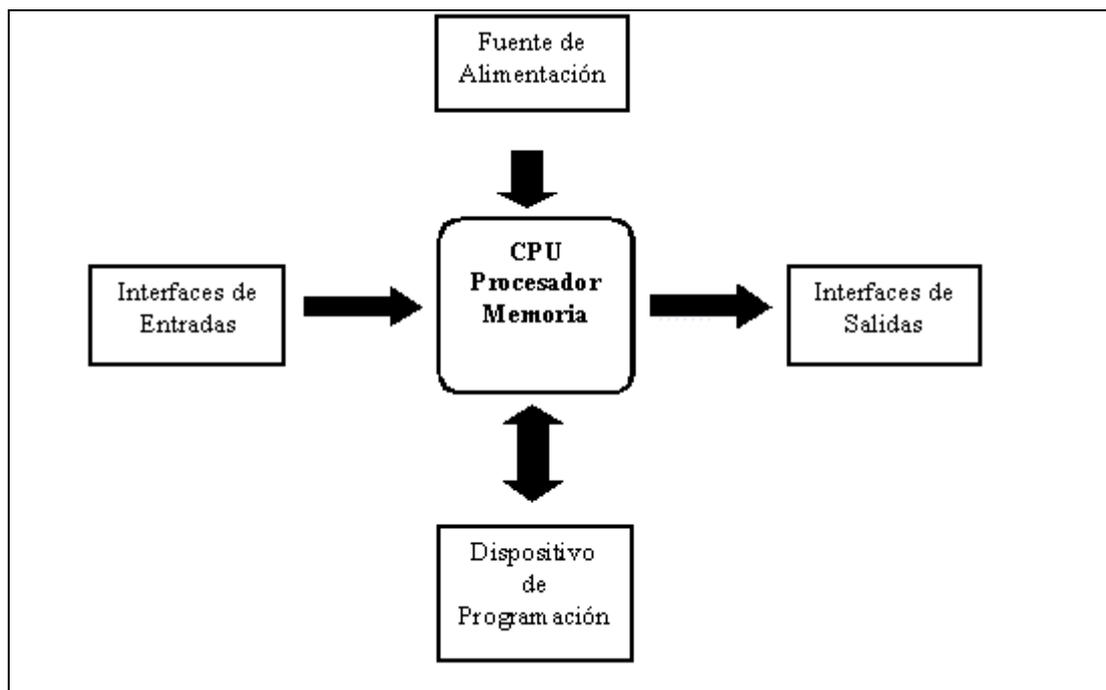


Figura N° 4. 16 Estructura de un Controlador Lógico Programable.
Fuente: automatización Procesos Industriales, García

Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

- Interfaces de entradas y salidas
- CPU (Unidad Central de Proceso)
- Memoria
- Dispositivos de Programación

El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.).

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído. Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.

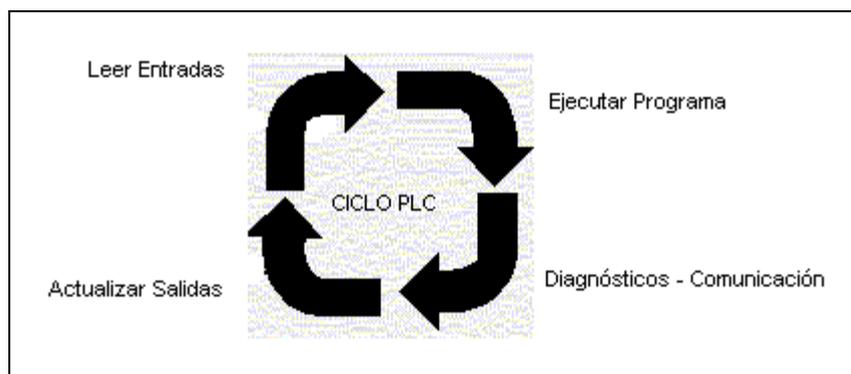


Figura N° 4. 17 Ciclo del PLC.

Fuente: Automatización Procesos Industriales, García

Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- **Flexibilidad:** Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito impreso de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- **Tiempo:** Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.

- **Cambios:** Facilidad para realizar cambios durante la operación del sistema.
- **Confiabilidad.**
- **Espacio.**
- **Modularidad.**
- **Estandarización.**

La Unidad de Control Lógico Programable (PLC) S7-300 de la FET, UCSG, es un equipo que se programa en lenguaje STEP 7, mediante el cual pasara a ser el cerebro de toda la ejecución del programa por lo tanto constituye un pilar importante en el desarrollo de este tema de tesis. Así que la selección del mismo es preponderante al momento de la aplicación.

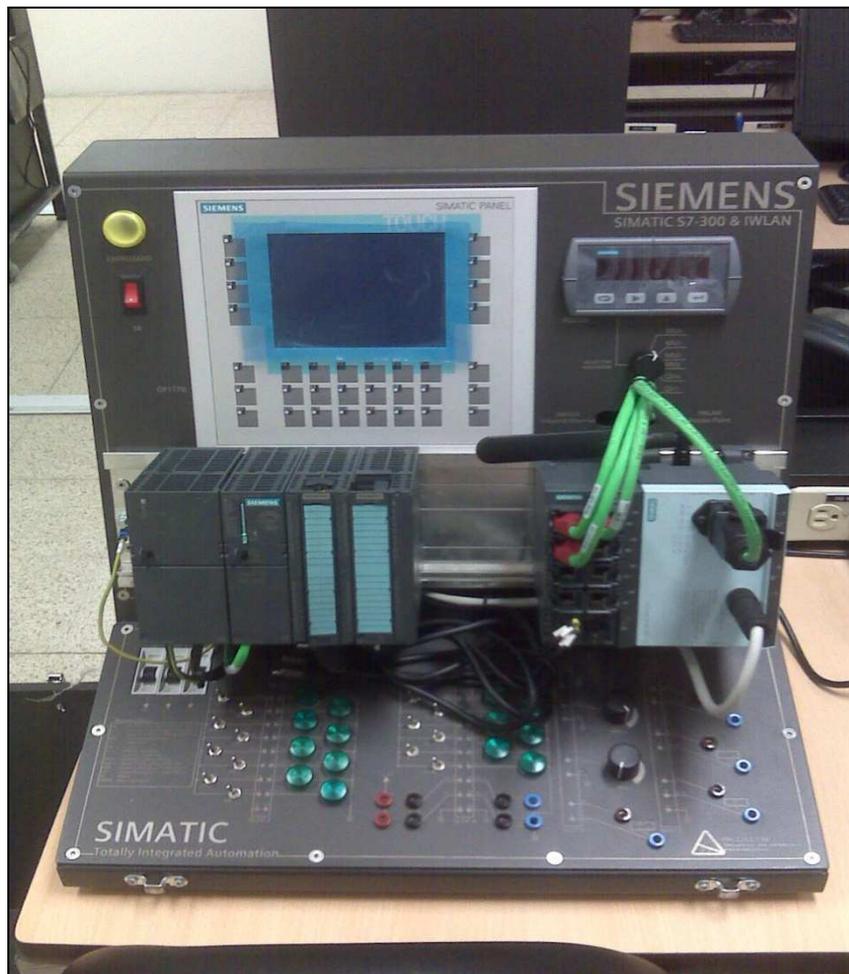


Figura N° 4. 18 PLC 315-DP.
Fuente: Laboratorio FET-UCSG.

Realizar el ejecutable para el PLC, el mismo que controle el arranque de un motor y lo ponga en marcha, realice giros de izquierda a derecha, realice un paro total al momento de sobrepasar los parámetros de voltaje, corriente, potencia, térmico, etc.

Parámetros que se encuentren detallados en el ejecutable realizado en el programa STEP 7, estos datos serán reflejados y visualizados en la pantalla LCD del equipo PAC 3200 como también es posible monitorear desde un computador mediante el programa de simulación del PAC 3200.

4.7.3 Equipos de campo.

Los elementos de campo son equipos que recogen la información desde distintos puntos para que el procesador de la CPU pueda actuar en conjunto con el programa lógico desarrollado, es así que estos elementos son de igual importancia que los llamados PLC y MP ya que sin estos equipos la periferia de la subestación no estaría siendo monitoreada adecuadamente y no se lograría el fin de este trabajo que es el de tener un control de la subestación.

4.8 Profibus DP.

Es la red para los niveles de célula y campo, se utiliza para transmitir cantidades de datos desde pequeñas hasta medias. Físicamente, Profibus es una red eléctrica que puede ser:

- Cable a dos hilos apantallado
- Red de fibra óptica
- Red de transmisión inalámbricas por medio de infrarrojos

Velocidad de la red; desde 9,6 Kbit/s a 12 Kbit/s

Existe una disponibilidad a la red de un máximo de 127 estaciones, y de esta no puede haber más de 32 estaciones activas.

Para una red Profibus se dispone de varios servicios de comunicación:

- Comunicación con PG/OP
- Protocolo S7
- Comunicación con equipos S5 (FDL)
- Comunicación estándar (FMS)
- Periferia descentralizada (DP)

El módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP conecta el multímetro SENTRON PAC a la red PROFIBUS. De esta forma, el multímetro SENTRON PAC se integra en sistemas de administración de energía y de automatización:

- Entorno TIA PORTAL
- SIMATIC, p. ej. con:

Las librerías de bloques muestran las magnitudes medidas en faceplates y las ponen a disposición de SIMATIC S7 para su procesamiento.

Las CPU de SIMATIC S7 contienen bloques de función de sistema (SFB 52, SFB 53, SFB 54). Éstas permiten a las CPU leer, escribir registros y leer avisos de alarma.

4.8.1 Montaje del módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP

1. Establecer el estado sin tensión.
2. Descargar su propio cuerpo.
3. Montar el multímetro SENTRON PAC.
4. Antes de montar el módulo de ampliación, asegurarse de que estén montados los bornes amperimétricos y los bornes voltimétricos en el SENTRON PAC.
5. Agarrar el módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP sólo por la caja de plástico.
6. Enchufar el módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP en el SENTRON PAC. La guía para posicionamiento correcto de los

pasadores ayuda a enchufar correctamente el módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP.

7. Apretar los tornillos SN62217-B3x22 del módulo de ampliación PAC PROFIBUS DP al SENTRON PAC.
8. Enchufar el conector macho Sub-D en el conector hembra Sub-D.
9. Atornillar el conector macho Sub-D fijamente como lo muestra la figura 4.19.

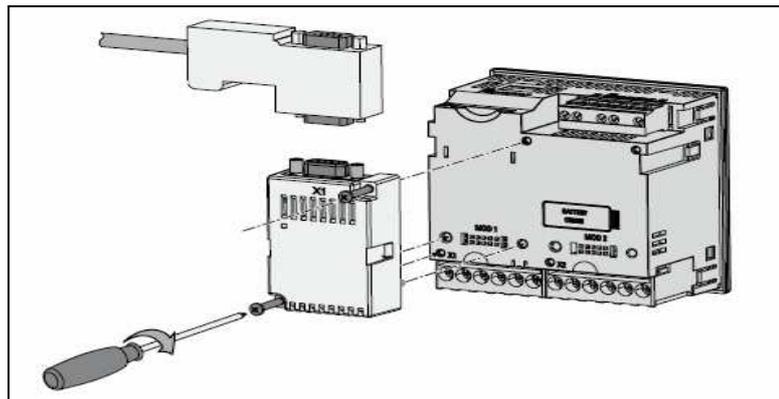


Figura N° 4. 19 Montaje Modulo Profibus.
Fuente: Manual Profibus DP.

4.8.2 Pineado del conector Profibus DP.

El conector del Profibus DP es un conector Sub-D, de 9 polos los cuales están conectados internamente y se detalla en la figura 4.20:

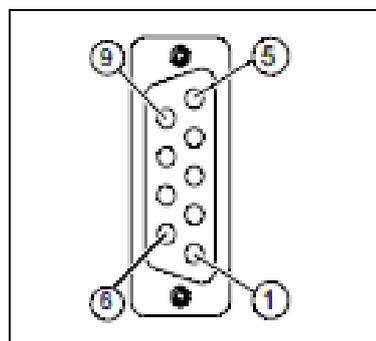


Figura N° 4. 20 Conector 9 Pines.
Fuente: Manual Profibus DP.

1. NC No conectado
2. NC No conectado

3. RxD / TxD-P Datos recibidos/enviados-P ANSI TIA/EIA-485-A1)
4. Control-P (RTS) Señal de mando TTL
5. DGND Potencial de referencia de datos PROFIBUS GND
6. VP Alimentación salida2) 5 VEXT / 10 mA
7. NC No conectado
8. RxD / TxD-N Datos recibidos/enviados-N ANSI TIA/EIA-485-A1)
9. NC No conectado

4.8.3 Equipos conectados en la red Profibus.

En este proyecto se realiza una red Profibus con tres equipos, y mediante el programa de simulación del PAC 3200 se controla y se supervisa las diferentes variables:

- PLC (Control Lógico Programar)
- PAC (Controlador Automático Programable)
- MOTOR (Trifásico)
- PC (Computador)

4.8.4 CPU (Unidad Central de Procesos).

Un computador en donde se almacenará los distintos instaladores de los diferentes equipos a funcionar en la red Profibus, así como también se almacenarán todos los datos de las tomas de las diferentes variables y procesos efectuados durante este proyecto.

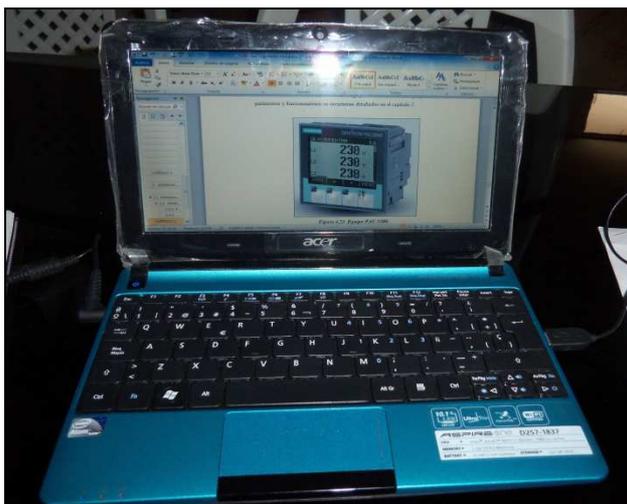


Figura N° 4. 21 Computador portátil.
Desarrollado por: Autores.

4.8.5 Diagrama de conexión de los equipos en la red Profibus.

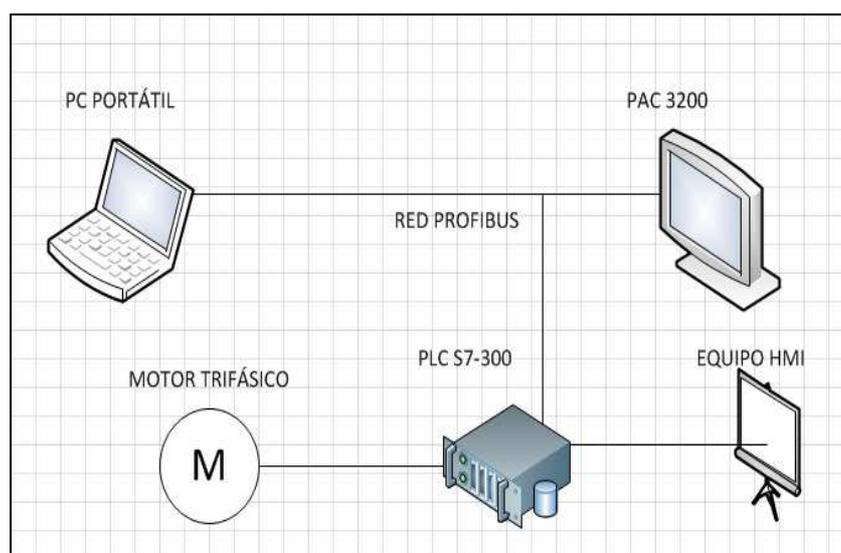


Figura N° 4. 22 Equipos en red Profibus
Desarrollado por: Autores.

- Red Profibus.
- PC portátil.
- Equipo PAC 3200.
- PLC S7-300.
- Equipo HMI.
- Motor.

A los equipos conectados en la red Profibus que se visualiza en figura 4.22, serán los equipos que estarán siendo monitoreados por el simulador del PAC 3200, sus variables seleccionadas se presentaran en la pantalla LCD del equipo PAC 3200 y al mismo tiempo serán almacenados sus datos en el computador de la red en una hoja de cálculo CVS, datos que darán la certeza del correcto funcionamiento y operación de la red y del proyecto.

4.8 Dimensiones de la caja didáctica para el Sentron PAC 3200.

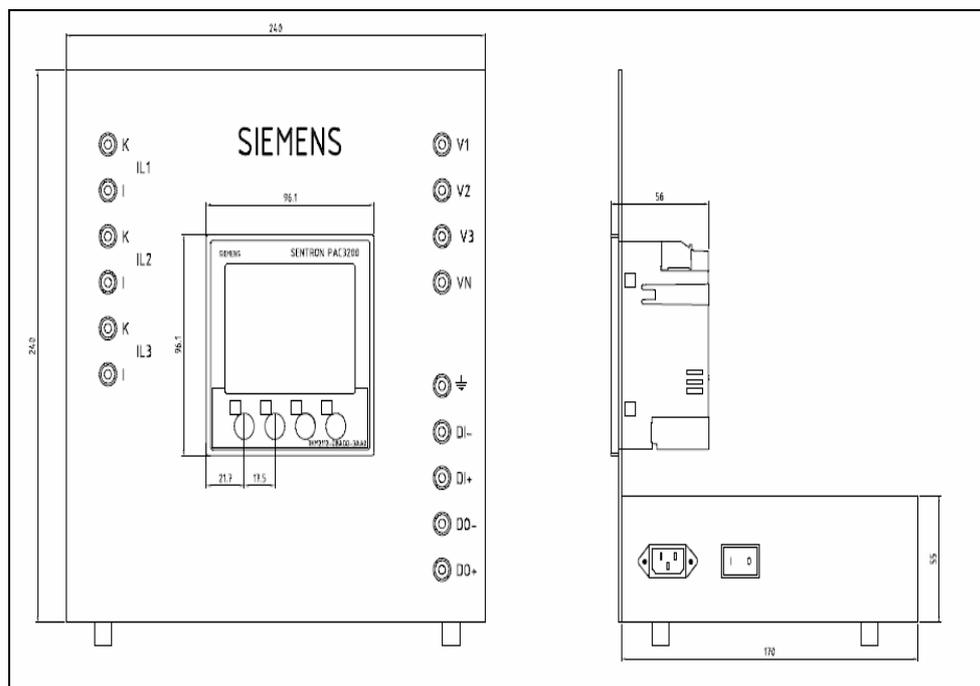


Figura N° 4. 23 Modelo de caja Didáctica PAC 3200.
Desarrollado por: Autores.

Dimensiones:

- Panel frontal 240 x 240 mm. (Conectores banana).
- Interior central 96,1 x 96,1 mm. (PAC 3200).
- Base 170 x 55 mm. (Tomacorriente y switch).

4.9 Diagrama de la conexión eléctrica externa del PAC 3200.

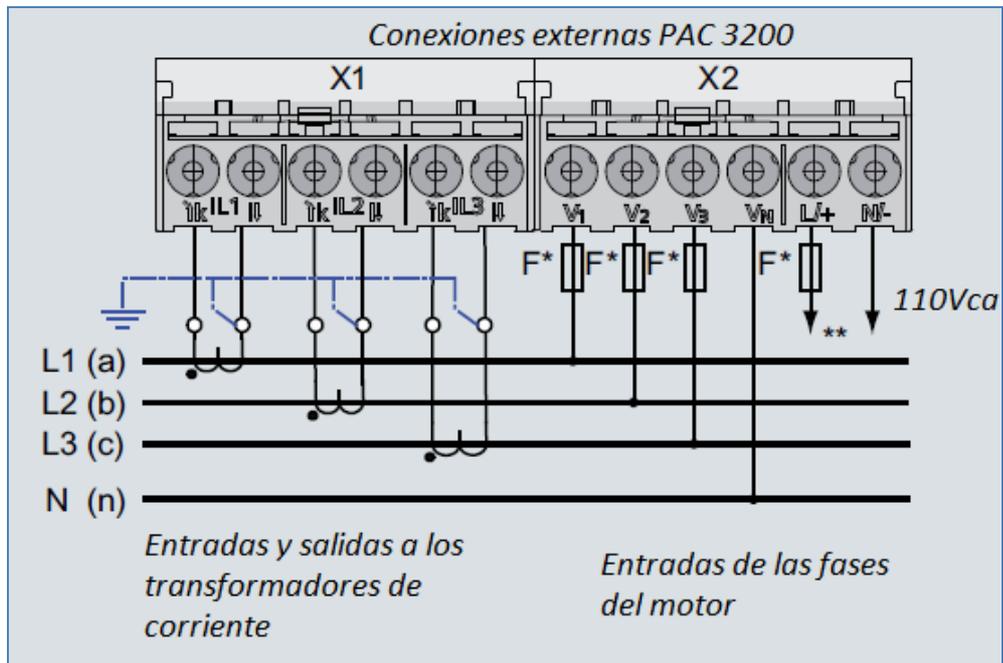


Figura N° 4. 24 Conexiones externas del PAC 3200.
Fuente: Manual Sentron PAC 3200.

4.10 Diagrama ejecutable para la operación del PLC 315-DP.

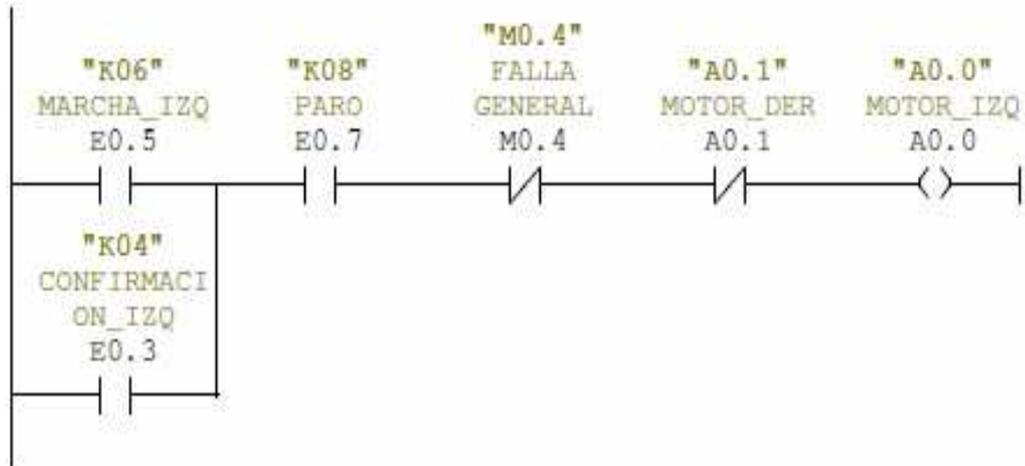
Este ejecutable contiene información con la cual va a operar el PLC 315-DP, adicionalmente este ejecutable contiene parámetros que serán procesados y ejecutados durante la operación del mismo, datos que se visualizará en una pantalla de HMI que se encuentra integrado en el equipo simulador S7-300 de la FET-UCSG, todos estos datos también se podrán visualizar en el equipo PAC 3200 y en el computador, por medio del Simulador del PAC 3200, datos que se almacena en un disco duro para la realización del chequeo de la violación de los parámetros que se ejecuten durante el desarrollo del proyecto, para lo cual se detalla las operaciones y protecciones a realizar:

- Arranque del Motor.
- Paro General.
- Giros (izquierda, derecha).
- Protecciones, (térmica, voltaje, corriente, etc.).

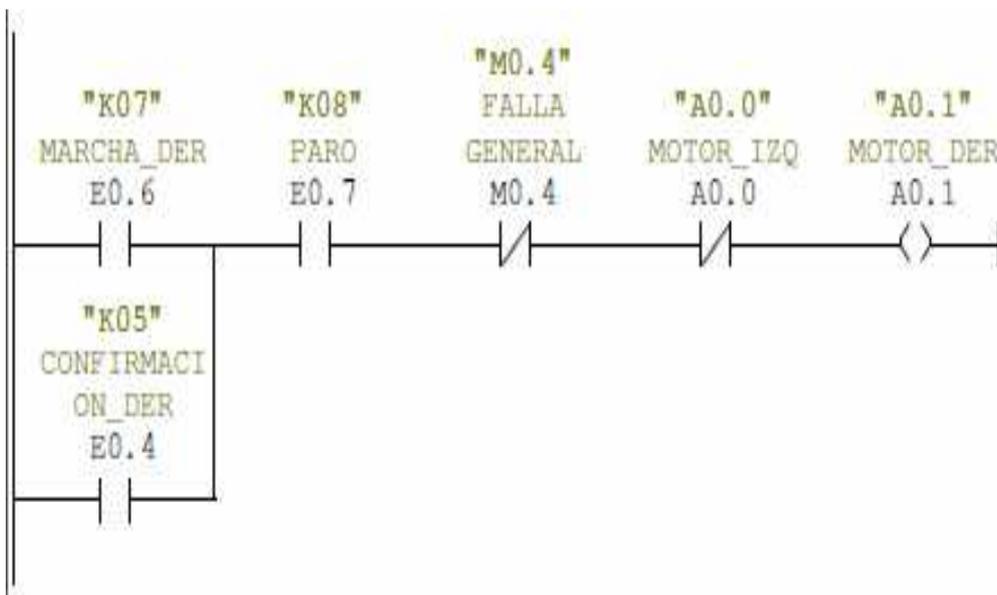
- Visualización en HMI.
- Visualización PAC 3200.

Diagrama en escalera del ejecutable para el PLC 315

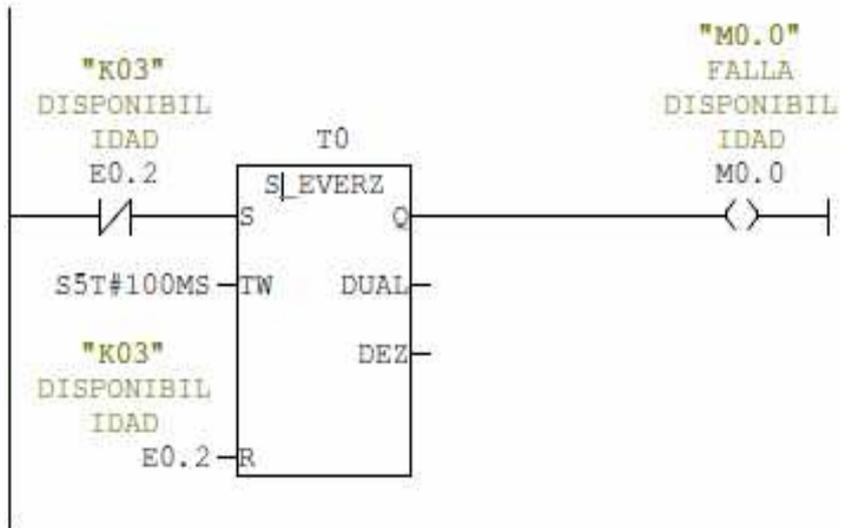
Network: 1 MARCHA IZQUIERDA



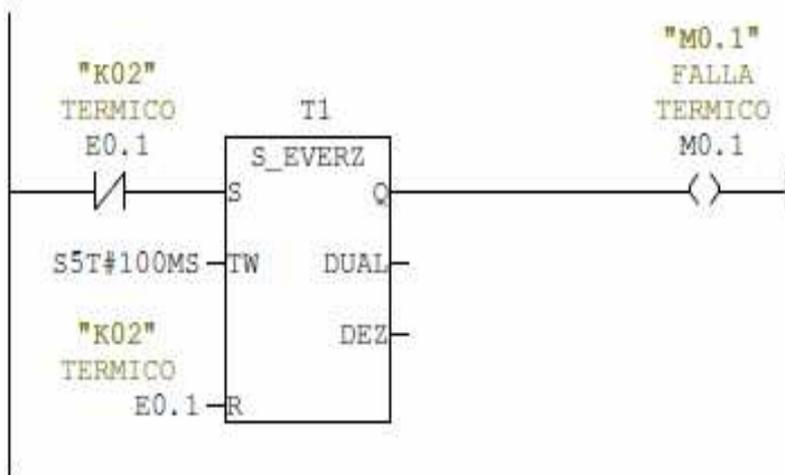
Network: 2 MARCHA DERECHA



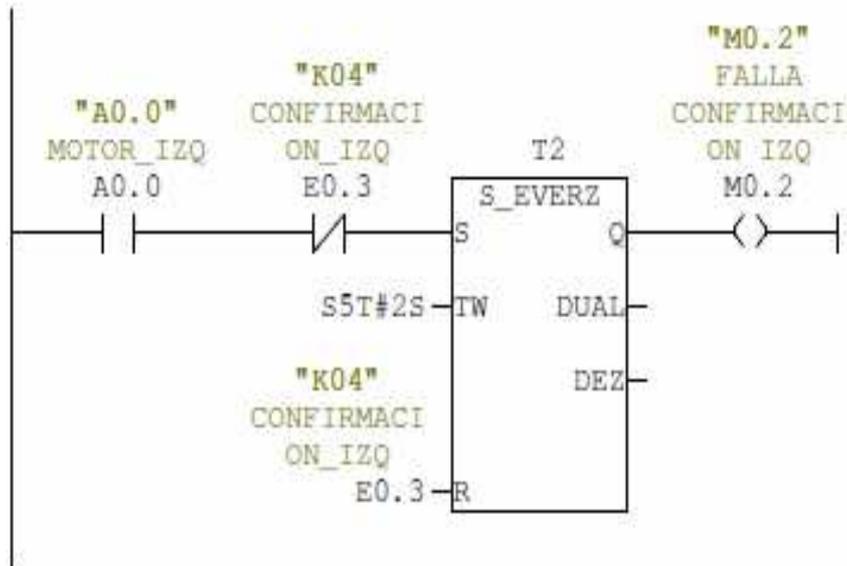
Network: 3 FALLA DISPONIBILIDAD



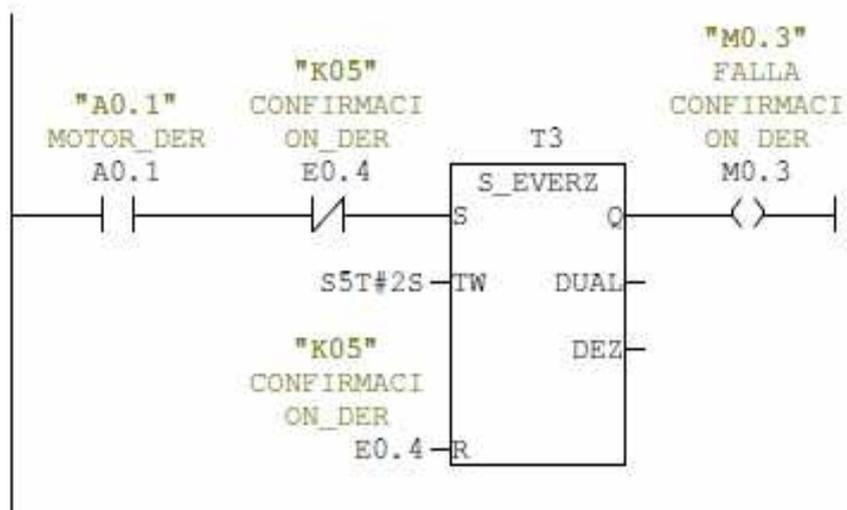
Network: 4 FALLA TERMICO



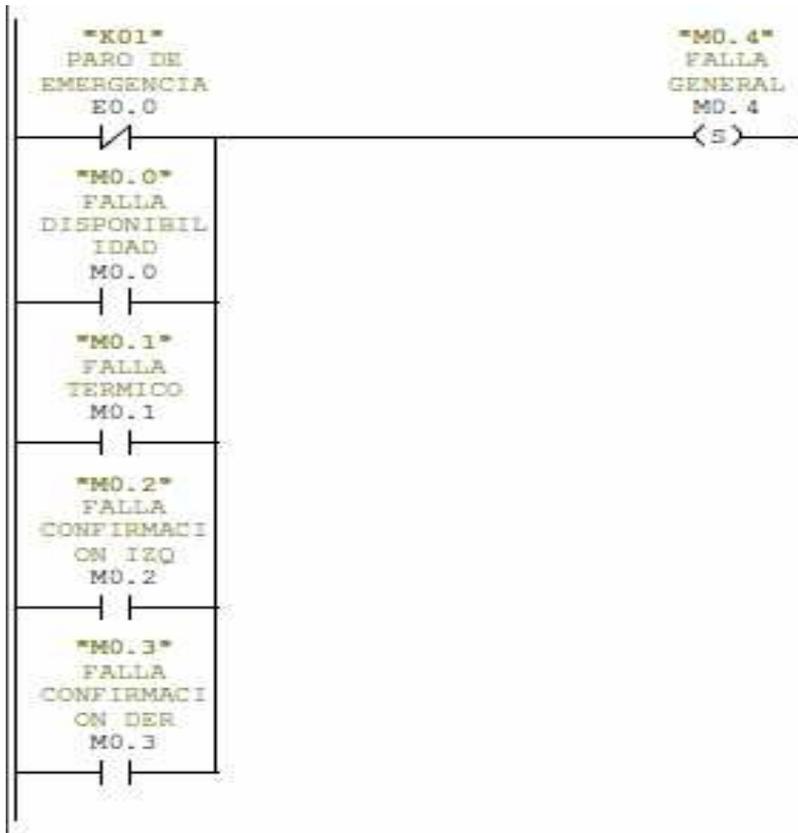
Network: 5 FALLA CONFIRMACIÓN IZQUIERDA



Network: 6 FALLA CONFIRMACIÓN DERECHA



Network: 7 FALLA GENERAL



Network: 8 FALLA GENERAL



Figura N° 4. 25 Ejecutable PLC 315-DP.
Desarrollado por: Autores.

4.10.1 Conexión de los equipos de la red Profibus operando.

En la siguiente interconexión de la red Profibus que visualizamos en la figura 4.26, encontramos los siguientes equipos conectados:

Banco de simulación S7-300 de la FET-UCSG.

1. PLC 315-DP.
2. Equipo HMI.
3. Equipo PAC 3200.
4. Computador.
5. Cable de red Profibus.

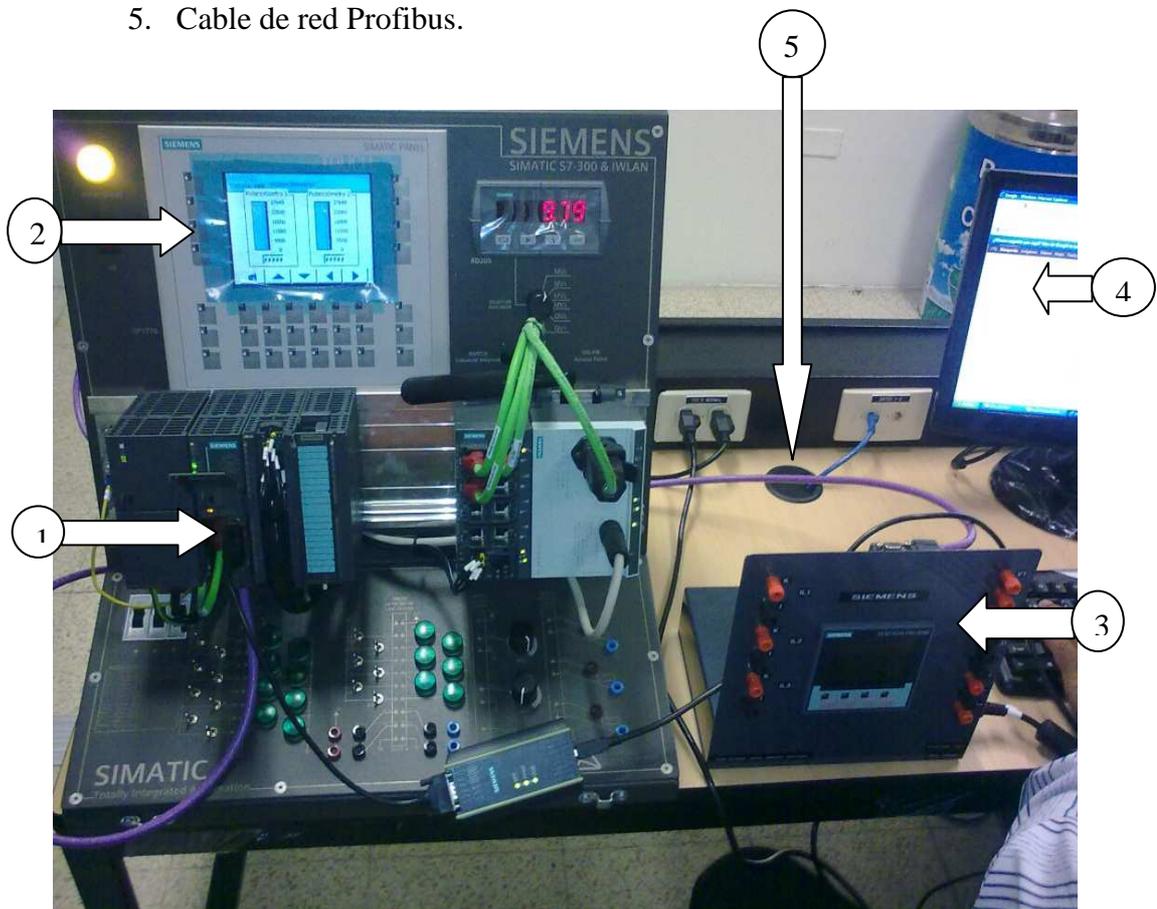


Figura N° 4. 26 Equipos operando en la red Profibus
Fuente: Laboratorio FET-UCSG.

4.10.2 Grafica del proyecto ejecutándose (RUN) y adquiriendo Datos.

En la figura 4.17, observamos al programa del PLC 315-DP corriendo en las diferentes etapas con sus respectiva parametrización logrando realizar el sistema de protección para un motor.

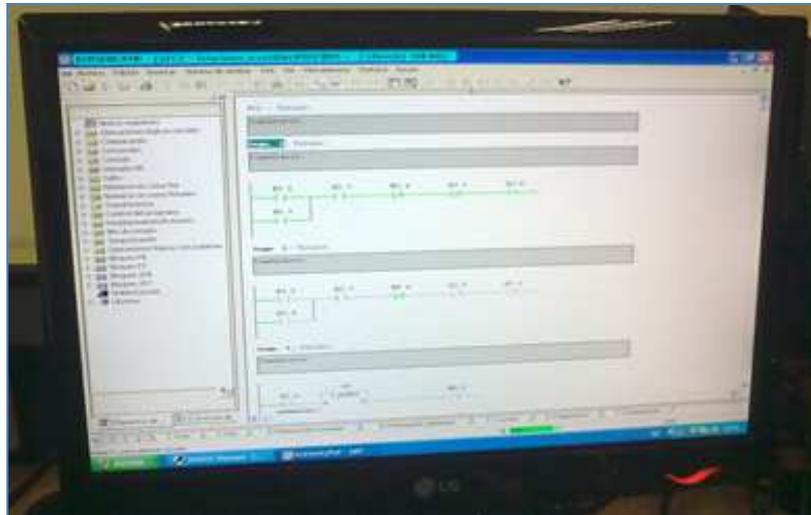


Figura N° 4. 27 PLC 315-DP. Ejecutado (RUN).
Fuente: Monitor PC FET-UCSG.

4.10.3 Grafica del PAC 3200 en puerto de comunicación.

Visualización de la configuración del PAC 3200 con el computador mediante red Ethernet y al mismo tiempo en conexión mediante red Profibus con el modulo de simulación S7-300 de la FET-UCSG, generando una propia dirección IP, para su compatibilidad con los equipos conectados a este por ejemplo:

- DIR MAC. 000E8CE1B3BC
- DIR IP. 192.168.10.1
- SUBNET. 255.255.255.0
- GATEWAY. 192.168.10.12
- PROTOCOLO. MODBUS TCP



Figura N° 4. 28 Direccionando IP para interconexión.
Fuente: Equipo Sentron PAC 3200.

4.10.4 Grafica del PC con datos del programa del Simulador PAC 3200.

Puesta en marcha del proyecto, conectando el HMI, el Sentron PAC 3200 y un PLC, todos estos en una red Profibus obteniendo los datos de las diferentes variables seleccionadas en el programa de simulación PAC 3200, variables que se registran y guardan en el computador en una hoja de cálculo en Excel que automáticamente el programa crea y lo guarda en el disco duro obteniendo un respaldo de los datos del proyecto.



Figura N° 4. 2925 Resultado del proyecto operando.
Fuente: PC FET-UCSG.

CAPITULO 5

5 VISUALIZACIÓN DE DATOS DEL PROYECTO.

5.1 Visualización de datos en el programa de simulación PAC 3200.

Tablas con la visualización de las diferentes variables en tiempo real en el simulador del Sentron PAC 3200 al momento de arrancar el motor en el laboratorio de la FET-UCSG.

Se ingresa los parámetros indicados para el acoplamiento entre la PC y el software de los equipos conectados en esta red y hace clic en conectar, como se muestra en la figura 5.1:

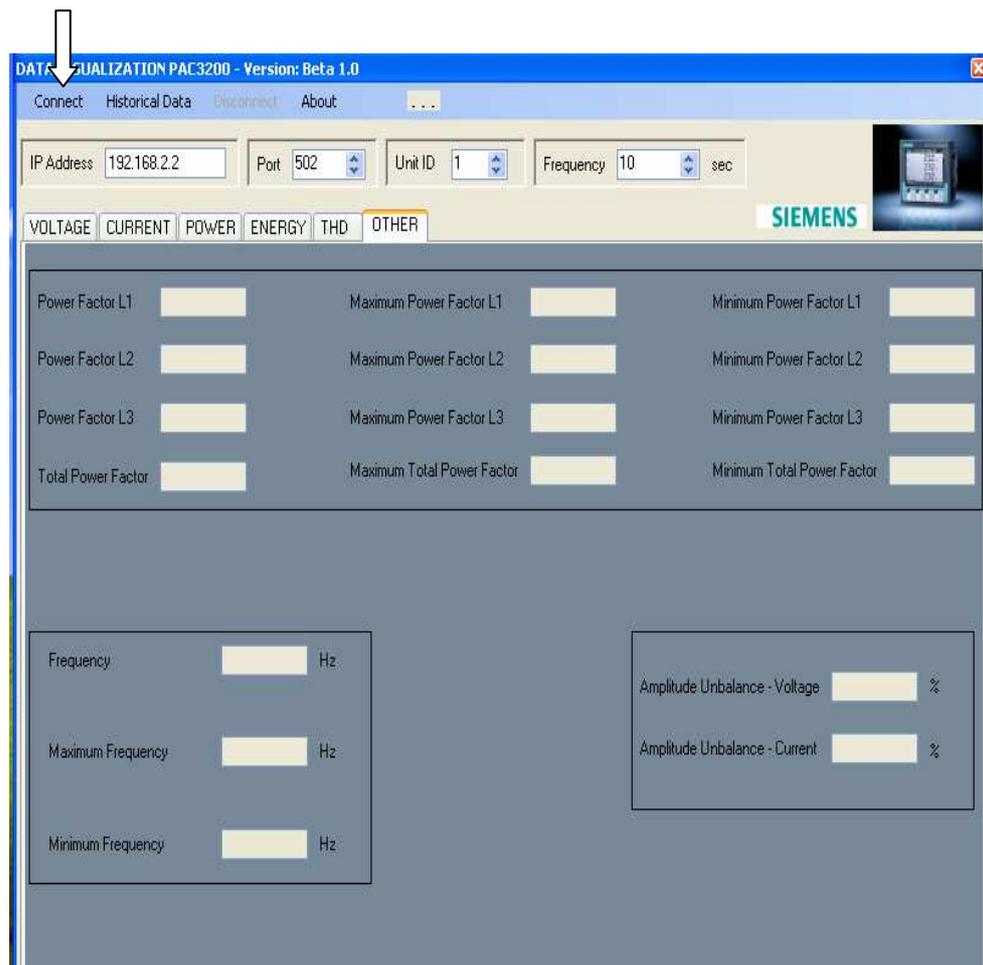


Figura N° 5. 1 Visualización de datos pantalla inicial.

Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.2 Visualización de datos de voltaje en el programa del PAC 3200.

En la figura N. 5.2, se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de voltaje al momento de iniciar el arranque del motor cuyas características se muestran en la tabla 5.1:

SIEMENS 1 LA 7 114 2AY60			
MOTOR: TRIF.	V: 220YY / 400Y	AMP: 21.8 / 10.9	TEMP: -15 7 40°C
HP: 7,5	RPM: 3460	FREQ: 60 Hz	W: 33,4 Kg

Tabla N° 5.2 Tipos de conexión.
Fuente: Motor Laboratorio-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Voltaje en una fase: L1, L2, L3.
- Voltaje en dos fases: L1 L2, L2 L3, L3 L1.
- Voltaje medio: LN, LL.

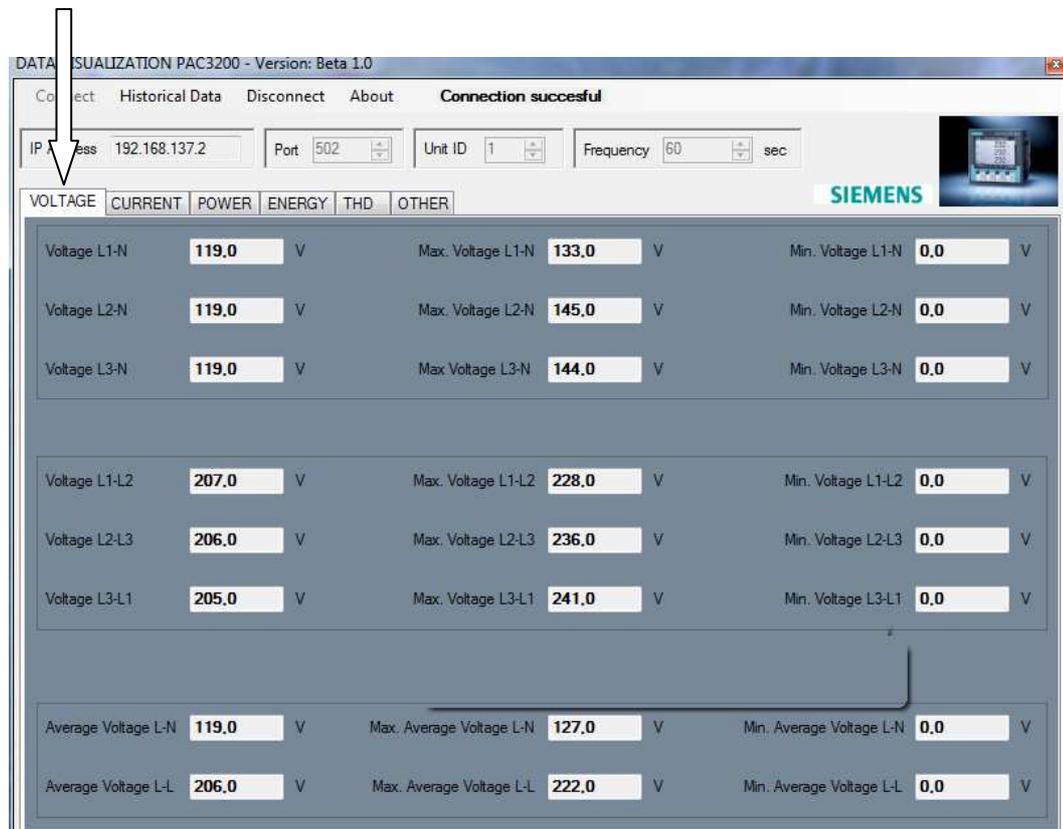


Figura N° 5. 2 Pantalla con datos de Voltaje.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.3 Visualización de datos de corriente en el programa PAC 3200.

En la siguiente pantalla se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de corriente al momento de iniciar el arranque del motor del laboratorio de la FET-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Corriente Max, Min en L1.
- Corriente Max, min en L2.
- Corriente Max, min en L3
- Corriente media Max y min, en Amperios.

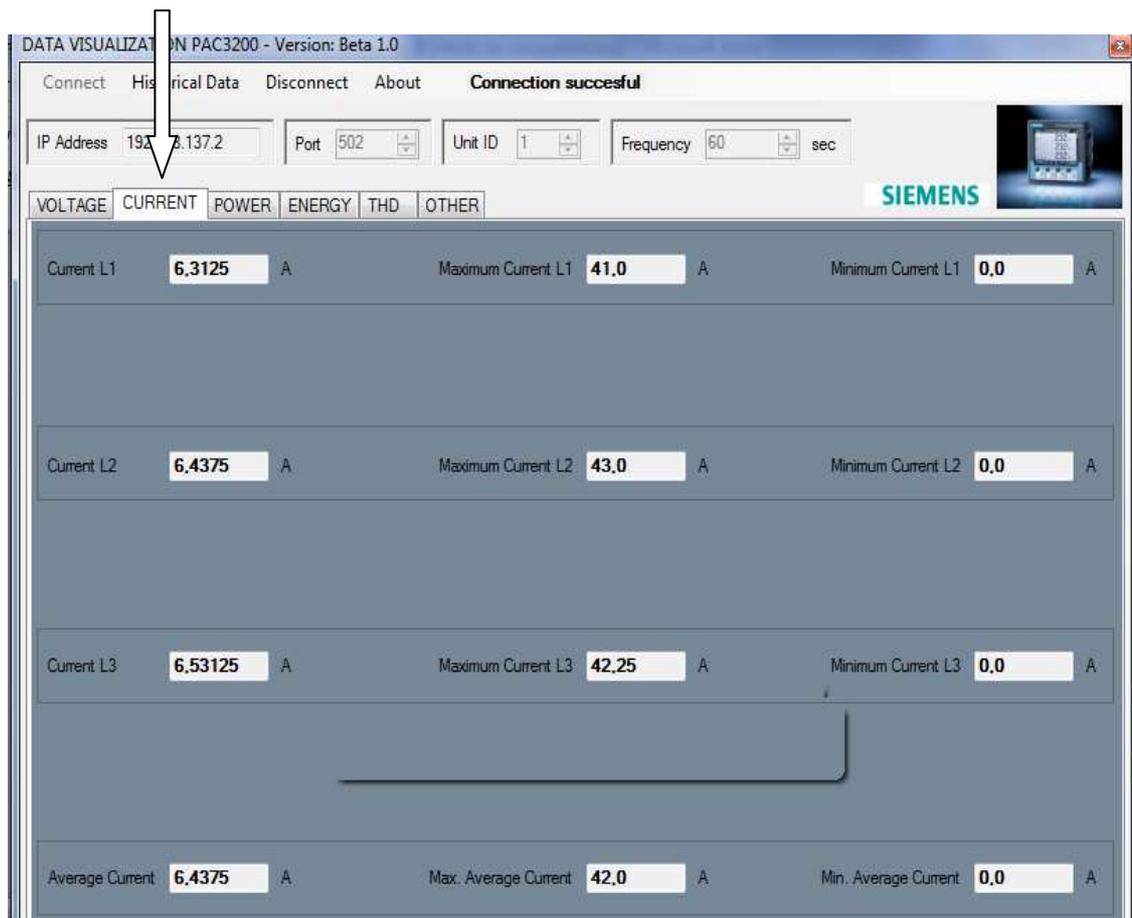


Figura N° 5. 3 Pantalla con datos de Corriente.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.4 Visualización de datos de Potencia en el programa PAC 3200.

En la figura N. 5.3, se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de potencia al momento de iniciar el arranque del motor del laboratorio de la FET-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Potencia aparente Max, Min en L1, L2, L3
- Potencia activa Max, Min en L1, L2, L3
- Potencia reactiva Max, Min en L1, L2, L3
- Potencia total Max, Min de las anteriores variables.

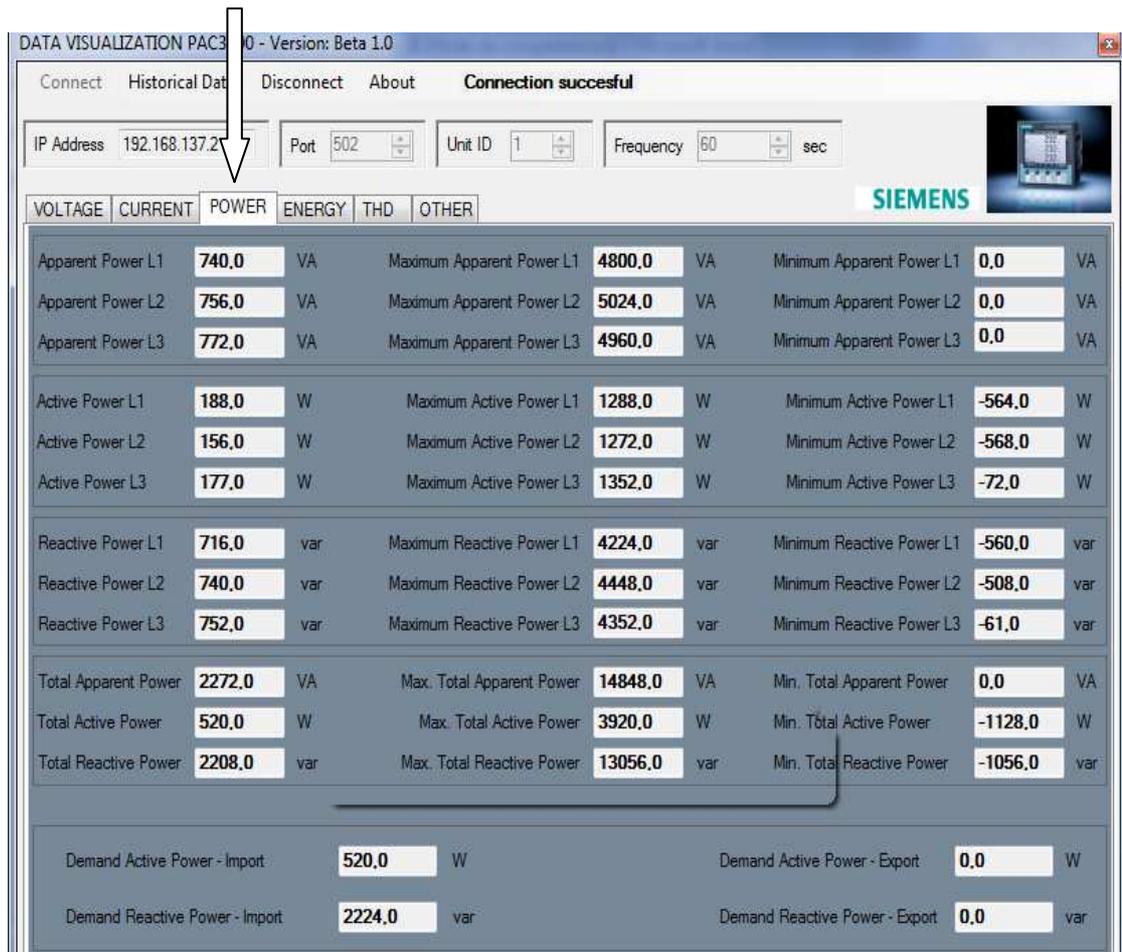


Figura N° 5. 4 Pantalla con datos de Potencia.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.5 Visualización de datos de Energía en el programa PAC 3200.

En la siguiente pantalla se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de energía al momento de iniciar el arranque del motor del laboratorio de la FET-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Energía activa importada tarifa 1, 2
- Energía activa exportada tarifa 1, 2
- Energía aparente tarifa 1, 2
- Energía reactiva importada tarifa 1, 2
- Energía reactiva exportada tarifa 1, 2

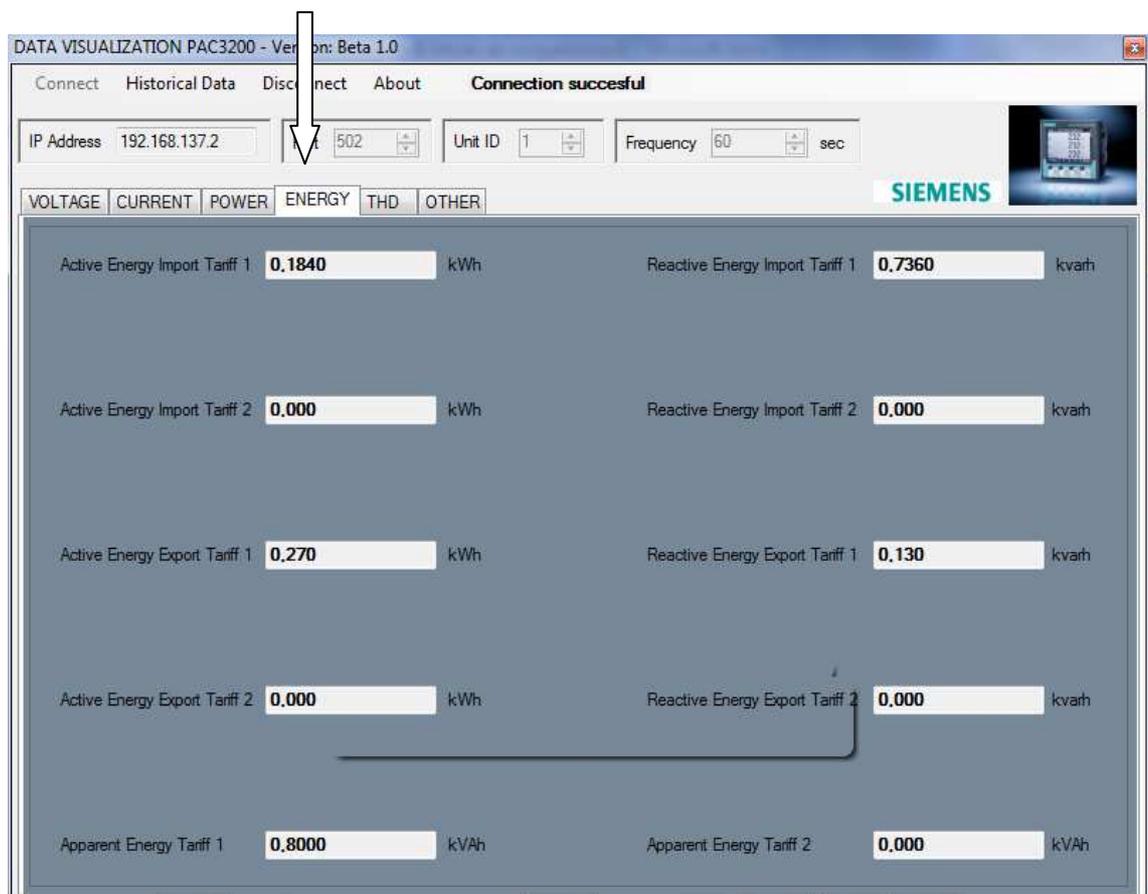


Figura N° 5. 5 Pantalla con datos de Energía.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.6 Visualización de datos de THD-R en el programa PAC 3200.

En la siguiente pantalla se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de THD-R (porcentajes) al momento de iniciar el arranque del motor del laboratorio de la FET-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Valores THD-R de voltaje Max en L1, L2, L3.
- Valores THD-R de corriente Max en L1, L2, L3.

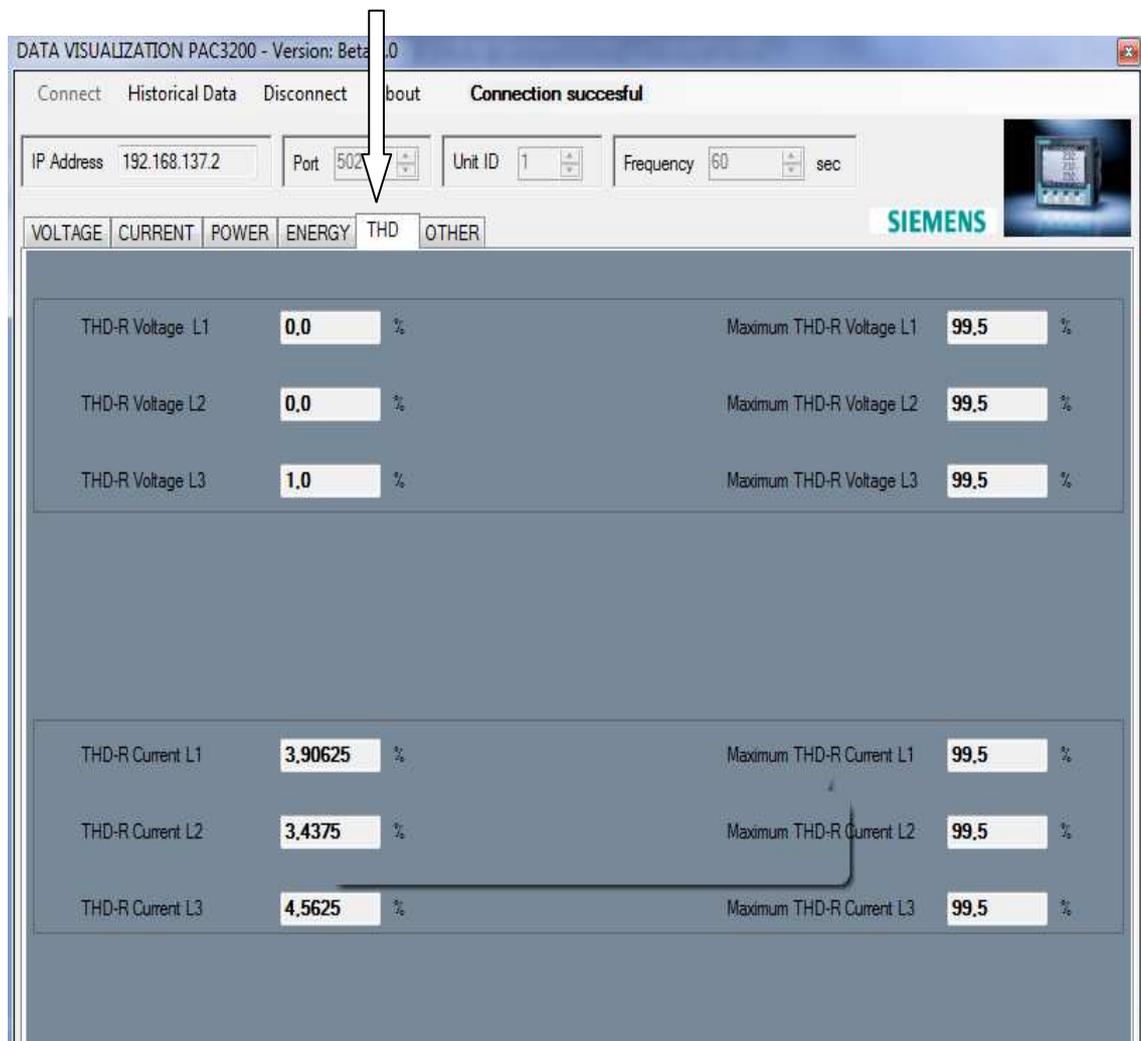


Figura N° 5. 6 Pantalla con datos de THD-R.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

5.7 Visualización de otros Datos en el programa PAC 3200.

En la siguiente pantalla se puede apreciar los valores medidos por el programa de simulación del equipo Sentron PAC 3200, en la que se encuentra seleccionado el botón de Other para visualizar variables en sus valores máximos y mínimos etc. Al momento de iniciar el arranque del motor del laboratorio de la FET-UCSG.

Las variables a medir son las siguientes:

- Frecuencia Max y Min.
- Factor de potencia Max y Min en L1, L2, L3
- Max y min potencia total.
- Porcentaje de la amplitud de voltaje y corriente.

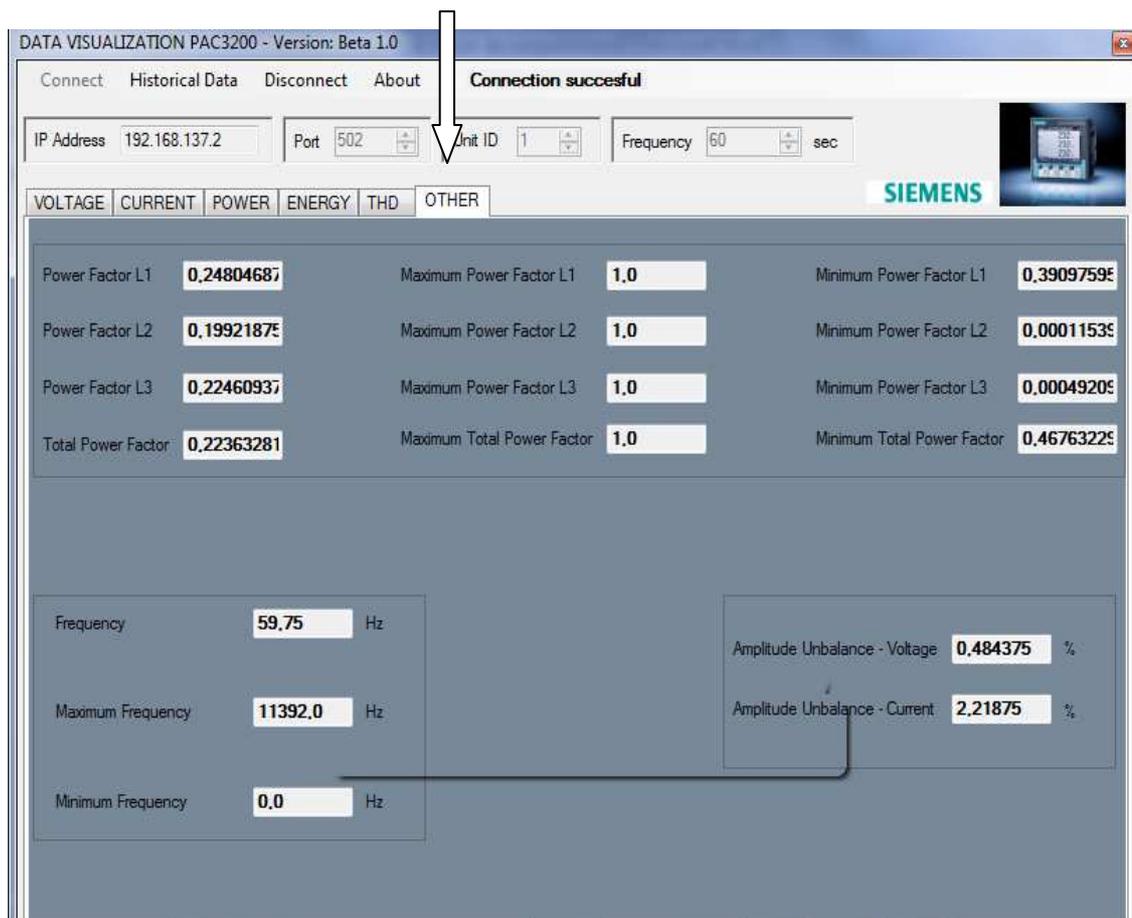


Figura N° 5. 7 Pantalla con otros datos.
Fuente: Programa de simulación PAC 3200.

Hoja de resultados medidos y obtenidos el equipo Sentron PAC 3200 durante la operación del motor en el laboratorio de la FET-UCSG.

Voltaje:	L1: 119 Volt
	L2: 119 Volt
	L3: 119 Volt
Potencia:	L1: 188 Watt
	L2: 156 Watt
	L3: 177 Watt
Corriente:	L1: 6,31 Amp
	L2: 6,43 Amp
	L3: 6,53 Amp

Límites que se encuentra asignado en el ejecutable para el PLC 315-DP mismos que entran en funcionamiento al correr el motor de la FET-UCSG.

- Voltaje: Min 115 Volt. - Max 128 Volt.
- Potencia: Min 100 Watt. - Max 200 Watt.
- Corriente: Min 4 Amp. - Max 8 Amp.
- Temperatura: Min -15° C. - Max 60° C.

CAPÍTULO 6

6.1 Conclusiones y recomendaciones.

6.1.1 Conclusiones.

Se han cumplido los objetivos planteados para este tipo de implementación. Para esto se buscó información sobre el funcionamiento óptimo del equipo PAC 3200 logrando sacar el mayor provecho posible del mismo para el campo didáctico como también para el campo industrial.

Se crea el proyecto en el lenguaje STEP 7 para la programación del PLC S7-300, esta programación se la realizo en conjunto con el personal que serán los usuarios finales de la aplicación, observando su funcionamiento y visualizando las variables presentadas en el simulador del equipo Sentron PAC 3200

El equipo Sentron PAC 3200 presenta muchas ventajas tanto en las infinidad de magnitudes a medir como también en la asociación de equipos que a este se le pueden conectar por lo que lo hace una herramienta industrial de fácil uso y aprendizaje para el alumnado de la facultad técnica de la UCSG, e incluso se lo puede incluir en la cátedra de la materia de Medidas Eléctricas, debido a la facilidad y simplicidad en la ejecución del programa de simulación de mencionado equipo industrial.

A medida que se iba desarrollando esta investigación se aprendió el funcionamiento de cada una de las herramientas que brinda este programa y equipo, y se realizó la adquisición de datos adecuados a los temas descritos de acuerdo al programa de este proyecto.

Por medio de la asociación del PLC y el PAC 3200 se tiene la capacidad de tener un estado actual de todos los equipos conectados ya sean estos: Motores, HMI, PLC, PC, Transformadores, Monitores, etc. De esta manera se pueden ejecutar de forma precisa y eficiente el análisis de la falla presente en el lugar donde se encuentre implementado este proyecto.

Con todo esto se llega a la conclusión que de acuerdo a la necesidad de implementar un componente práctico en el programa académico de la UCSG, se sugiere a las autoridades de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo la adquisición de equipos de medición y protección industriales para ampliar los conocimientos del alumnado de la facultad técnica para el desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

6.1.2 Recomendaciones.

Los programas y equipos de automatización que están modernizando al mundo en los diferentes campos industriales son de vital importancia en las carreras de ingeniería, porque el campo tecnológico avanza a pasos gigantescos en este nuevo milenio y es una obligación de que las universidades de carreras técnicas estén actualizadas con el campo industrial mundial, contribuyendo con profesionales de calidad para el desarrollo del país, profesionales emprendedores y comprometidos con mejorar la calidad de vida día a día.

Los equipos de medición industriales modernos poseen software de fácil instalación y de amigable familiarización en su programación para el usuario, convirtiéndose en una herramienta esencial para el personal de alumnos y catedráticos de la FET-UCSG, realizando proyectos innovadores dentro y fuera de la institución, realizando cambios para mejorar día a día los proyectos y trabajos que se realicen en las aulas de FET.

Se debe de tomar en cuenta que por muy robusto que sea un programa de simulación, estos no son más que una aproximación a la realidad, en consecuencia nunca podrán sustituir al manejo real en equipos industrializados.

El PAC 3200 realiza las tareas que le encomiendan, y no debe perderse la perspectiva de que es una herramienta, tampoco dar por válidos los resultados sin un debido control y seguimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Raimond Pigan, Mark Metter (2006) Automating with Profinet. Germany. Editorial Siemens.
- SIEMENS/SIMATIC HMI (Número de referencia 6AV6691-1DA01-0AE0) Edición 03/2004.
- Step 7 Software, “Catalogs on CD”, December 2008.
- García, F. (1999). Automatización de Procesos Industriales. Valencia: CFP.
- Ronald W. Mitchell (2003) Profibus. New York. Isa
- Siemens (2010). Soluciones de red para Profibus. Sitio Web: <http://www.siemens.com/mcms/infocente>.
- Ortega, J. (1998). Maquinas de corriente aletrna. Barcelona: Ceac.
- Marroyo, Sanchis, Gubia, Luis, Pablo, Eugenio. (2004). Generadores Eléctricos Ulzama.
- Manual Módulo Profibus DP - PAC3200 (español).pdf
- PAC3200 Software Manual V1.pdf

REFERENCIAS EN INTERNET.

- <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/low-voltage/EN/product-portfolio/software/software-sentron/powermanager/Pages/powermanager.aspx>
- <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=31674577&caller=view>

- http://www.automation.siemens.com/mcms/infocenter/content/en/Pages/order_form.aspx?nodeKey=key_9174572&infotype=1

ANEXO A

EjecutableSimatic PLC 315-DP.

SIMATIC 315(1)

UR - Rack (0)

Short description: UR
Order no.: 6ES7 390-1??0-0AA0
Designation: UR

Rack (0), Slot 2

Short description: CPU 315-2 DP
Firmware version: V2.6
Order no.: 6ES7 315-2AG10-0AB0
Designation: CPU 315-2 DP
Width: 1
MPI address: 2
Highest MPI address: 31
Baud rate: 187.5 Kbps
Comment:
- - -

Rack (0), Slot 2, Interface X2

Short description: DP
Order no.: - - -
Designation: DP
Width: 1
PROFIBUS address: 2
Highest PROFIBUS address: 126
Baud rate: 1.5 Mbps
Comment: - - -

Addresses

Inputs

Start: 2047
End: 2047

Synchronization mode: None
Time interval: None

Rack (0), Slot 4

Short description: DI32xDC24V
Order no.: 6ES7 321-1BL00-0AA0
Designation: DI32xDC24V
Digital channels: 32 Inputs
Width: 1
Comment: - - -

Addresses

Inputs

Start: 0

End: 3

Rack (0), Slot 5

Short description: DO32xDC24V/0.5A

Order no.: 6ES7 322-1BL00-0AA0

Designation: DO32xDC24V/0.5A

Digital channels: 32 Outputs

Width: 1

Comment: - - -

Addresses

Outputs

Start: 0

End: 3

DP master system:

Assigned master:

Short description DP

Order no.

Designation DP

Location

Station SIMATIC 300(1)

Rack 0

Slot 2

Receptacle for interface module 1

PROFIBUS address 2

Group: 1

Comment:

The group supports SYNC.

The group supports FREEZE.

Group: 2

Comment:

The group supports SYNC.

The group supports FREEZE.

Group: 3

Comment:

The group supports SYNC.

The group supports FREEZE.

Group: 4
Comment:
The group supports SYNC.
The group supports FREEZE.

Group: 5
Comment:
The group supports SYNC.
The group supports FREEZE.

Group: 6
Comment:
The group supports SYNC.
The group supports FREEZE.

Group: 7
Comment:
The group supports SYNC.
The group supports FREEZE.

Group: 8
Comment:
The group supports SYNC.
The group supports FREEZE.

Slave : PAC3200 PROFIBUS address: 8
Assigned to the groups:

DP ID:	66	
Input address:	576	
User-specific comment:		00,23
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	580	
User-specific comment:		00,1C
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	584	
User-specific comment:		00,21
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	588	
User-specific comment:		00,22
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	592	
User-specific comment:		00,20
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	596	
User-specific comment:		00,16
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	600	
User-specific comment:		00,17
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	604	
User-specific comment:		00,18
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	608	
User-specific comment:		00,19
Keep last value:		No
DP ID:	66	
Input address:	612	
User-specific comment:		00,1A
Keep last value:		No

DP ID: 66
Input address: 616
User-specific comment: 00,1B
Keep last value: No

DP ID: 66
Input address: 272
User-specific comment: 00,7A
Keep last value: No

DP ID: 66
Input address: 280
User-specific comment: 00,87
Keep last value: No

OB1 - <offline>
 "EJECUCION_CICLICA" PRINCIPAL
Name: **Family:**
Author: **Version:** 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 01/17/2012 12:08:02 PM
Interface: 02/15/1996 04:51:12 PM
Lengths (block/logic/data): 00170 00058 00022

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1 (Scan 2-n of OB 1)	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE scan (milliseconds)	Int	6.0	Cycle time of previous OB1
OB1_MIN_CYCLE (milliseconds)	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1
OB1_MAX_CYCLE (milliseconds)	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Block: OB1 PROGRAMA DE EJECUCION CICLICA

Network:	1	LLAMADOS DE FC
CALL FC	1	LEER_DATOS_PROFIBUS
CALL FC	2	MOTOR_2D
CALL FC	7	CONVERSIONES_KW
CALL FC	9	CONVERSIONES_Q

OB82 - <offline>

"I/O_FLT1"

I/O Point Fault 1

Name:**Family:****Author:****Version:** 0.1**Block version:** 2**Time stamp Code:**

04/17/2003 07:46:33 AM

Interface:

02/15/1996 04:51:13 PM

Lengths (block/logic/data):

00160 00002 00020

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB82_EV_CLASS	Byte	0.0	16#39, Event class 3, Entering event state, Internal fault event
OB82_FLT_ID	Byte	1.0	16#XX, Fault identification code
OB82_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB82_OB_NUMBR	Byte	3.0	82 (Organization block 82, OB82)
OB82_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB82_IO_FLAG (01010101)	Byte	5.0	Input (01010100), Output
OB82_MDL_ADDR	Word	6.0	Base address of module with fault
OB82_MDL_DEFECT	Bool	8.0	Module defective
OB82_INT_FAULT	Bool	8.1	Internal fault
OB82_EXT_FAULT	Bool	8.2	External fault
OB82_PNT_INFO	Bool	8.3	Point information
OB82_EXT_VOLTAGE	Bool	8.4	External voltage low
OB82_FLD_CONNCTR	Bool	8.5	Field wiring connector missing
OB82_NO_CONFIG	Bool	8.6	Module has no configuration data
OB82_CONFIG_ERR error	Bool	8.7	Module has configuration error
OB82_MDL_TYPE	Byte	9.0	Type of module
OB82_SUB_MDL_ERR	Bool	10.0	Sub-Module is missing or has error
OB82_COMM_FAULT	Bool	10.1	Communication fault
OB82_MDL_STOP	Bool	10.2	Module is stopped
OB82_WTCH_DOG_FLT	Bool	10.3	Watch dog timer stopped module
OB82_INT_PS_FLT	Bool	10.4	Internal power supply fault
OB82_PRIM_BATT_FLT	Bool	10.5	Primary battery is in fault
OB82_BCKUP_BATT_FLT	Bool	10.6	Backup battery is in fault
OB82_RESERVED_2	Bool	10.7	Reserved for system
OB82_RACK_FLT module	Bool	11.0	Rack fault, only for bus interface module
OB82_PROC_FLT	Bool	11.1	Processor fault
OB82_EPROM_FLT	Bool	11.2	EPROM fault
OB82_RAM_FLT	Bool	11.3	RAM fault
OB82_ADU_FLT	Bool	11.4	ADU fault
OB82_FUSE_FLT	Bool	11.5	Fuse fault
OB82_HW_INTR_FLT	Bool	11.6	Hardware interrupt input in fault
OB82_RESERVED_3	Bool	11.7	Reserved for system
OB82_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB82 started

Block: OB82 "I/O Point Fault"

Network: 1

OB85 - <offline>

"OBNL_FLT"

OB Not Loaded Fault

Name:

Family:

Author:

Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code:

02/07/2001 03:04:56 PM

Interface:

02/15/1996 04:51:10 PM

Lengths (block/logic/data):

00118 00002 00020

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB85_EV_CLASS	Byte	0.0	16#35 Event class 3
OB85_FLT_ID	Byte	1.0	16#XX, Fault identification code
OB85_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB85_OB_NUMBR	Byte	3.0	85 (Organization block 85, OB85)
OB85_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB85_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB85_RESERVED_3	Int	6.0	Reserved for system
OB85_ERR_EV_CLASS	Byte	8.0	Class of event causing error
OB85_ERR_EV_NUM	Byte	9.0	Number of event causing error
OB85_OB_PRIOR	Byte	10.0	Priority of OB causing error
OB85_OB_NUM	Byte	11.0	Number of OB causing error
OB85_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB85 started

Block: OB85 "Organization Block (OB) Not Loaded Fault"

Network: 1

OB86 - <offline>

"RACK_FLT"

Loss of Rack Fault

Name:

Family:

Author:

Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code:

09/16/2002 07:55:51 AM

Interface:

02/15/1996 04:51:04 PM

Lengths (block/logic/data):

00118 00002 00020

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB86_EV_CLASS	Byte	0.0	16#38/39 Event class 3
OB86_FLT_ID	Byte	1.0	16#C1/C4/C5, Fault identification code
OB86_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB86_OB_NUMBR	Byte	3.0	86 (Organization block 86, OB86)
OB86_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB86_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB86_MDL_ADDR	Word	6.0	Base address of IM module in rack with fault
OB86_RACKS_FLTD	Array [0..31] Of Bool	8.0	
OB86_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB86 started

Block: OB86 "Loss Of Rack Fault"

Network: 1

OB121 - <offline>

"PROG_ERR"

Programming Error

Name:

Family:

Author:

Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code:

02/07/2001 03:03:56 PM

Interface:

02/15/1996 04:51:14 PM

Lengths (block/logic/data):

00112 00002 00020

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB121_EV_CLASS	Byte	0.0	16#25, Event class 2, Entering event state, Internal fault event
OB121_SW_FLT	Byte	1.0	16#XX Software programming fault
OB121_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB121_OB_NUMBR	Byte	3.0	121 (Organization block 121, OB121)
OB121_BLK_TYPE	Byte	4.0	16#88/8A/8B/8C/8E Type of block fault occurred in
OB121_RESERVED_1	Byte	5.0	Reserved for system
OB121_FLT_REG	Word	6.0	16#XX Specific register that caused fault
OB121_BLK_NUM	Word	8.0	Number of block that programming fault occurred in
OB121_PRG_ADDR	Word	10.0	Address in block where programming fault occurred
OB121_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB121 started

Block: OB121 "Programming Error"

Network: 1

OB122 - <offline>

"MOD_ERR" Module Access Error

Name: Family:

Author: Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code: 04/28/2003 09:18:07 AM

Interface: 02/15/1996 04:51:10 PM

Lengths (block/logic/data): 00114 00002 00020

Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB122_EV_CLASS	Byte	0.0	16#29, Event class 2, Entering event state, Internal fault event
OB122_SW_FLT	Byte	1.0	16#XX Software error code
OB122_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB122_OB_NUMBR	Byte	3.0	122 (Organization block 122, OB122)
OB122_BLK_TYPE	Byte	4.0	16#88/8C/8E Type of block fault occurred in
OB122_MEM_AREA	Byte	5.0	Memory area where access error occurred
OB122_MEM_ADDR	Word	6.0	Memory address where access error occurred
OB122_BLK_NUM	Word	8.0	Block number in which error occurred
OB122_PRG_ADDR	Word	10.0	Program address where error occurred
OB122_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Block: OB122 "Module Access Error"

Network: 1

FC1 - <offline>

"LEER_DATOS_PROFIBUS"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2

Time stamp Code: 01/17/2012 09:02:01 AM
Interface: 08/15/2009 04:57:55 AM
Lengths (block/logic/data): 00324 00192 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC1 LEER DATOS PROFIBUS
Network: 1 LEER DATOS DEL SENTRON PAC 3200

L	PED 552		
T	DB8.DBD	0	"DB_SENTRON PAC 3200".VOLTAJE_L1_L2
L	PED 556		
T	DB8.DBD	4	"DB_SENTRON PAC 3200".VOLTAJE_L2_L3
L	PED 560		
T	DB8.DBD	8	"DB_SENTRON PAC 3200".VOLTAJE_L1_L3
L	PED 564		
T	DB8.DBD	12	"DB_SENTRON PAC 3200".CORRIENTE_L1
L	PED 568		
T	DB8.DBD	16	"DB_SENTRON PAC 3200".CORRIENTE_L2
L	PED 572		
T	DB8.DBD	20	"DB_SENTRON PAC 3200".CORRIENTE_L3
L	PED 576		
T	DB8.DBD	24	"DB_SENTRON PAC 3200".FACTOR_POTENCIA
L	PED 580		
T	DB8.DBD	28	"DB_SENTRON PAC 3200".FRECUENCIA
L	PED 584		
T	DB8.DBD	32	"DB_SENTRON PAC 3200".POTENCIA_ACTIVIA
L	PED 588		
T	DB8.DBD	36	"DB_SENTRON PAC 3200".POTENCIA_REACTIVA

L	PED 592		
T	DB8.DBD	40	"DB_SENTRON PAC 3200".POTENCIA_APARENTE
L	PED 596		
T	DB8.DBD	44	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_VOLTAJE_L1
L	PED 600		
T	DB8.DBD	48	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_VOLTAJE_L2
L	PED 604		
T	DB8.DBD	52	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_VOLTAJE_L3
L	PED 608		
T	DB8.DBD	56	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_CORRIENTE_L1
L	PED 612		
T	DB8.DBD	60	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_CORRIENTE_L2
L	PED 616		
T	DB8.DBD	64	"DB_SENTRON PAC 3200".THD_CORRIENTE_L3
L	PED 272		
T	DB8.DBD	68	"DB_SENTRON PAC 3200".ENERGIA_ACTIVA_IMP_1D
L	PED 280		
T	DB8.DBD	72	"DB_SENTRON PAC 3200".ENERGIA_ACTIVA_IMP_1F

FC2 - <offline>

"MOTOR_2D"

Name:

Family:

Author:

Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code:

01/17/2012 12:04:08 PM

Interface:

01/17/2012 11:30:56 AM

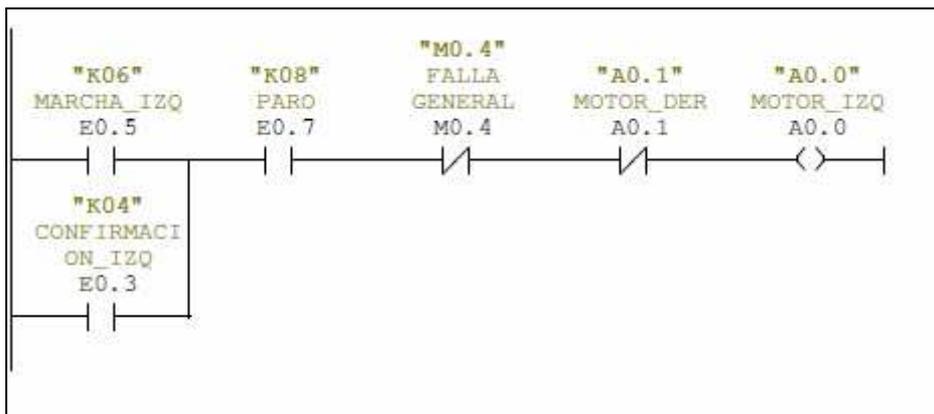
Lengths (block/logic/data):

00240 00134 00000

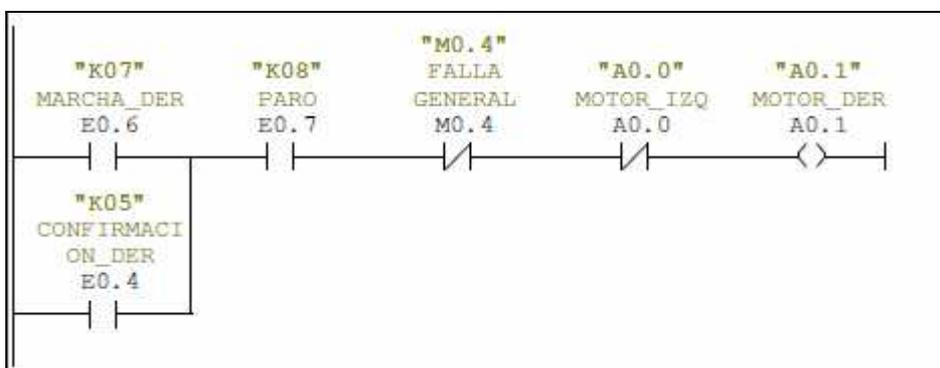
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC2

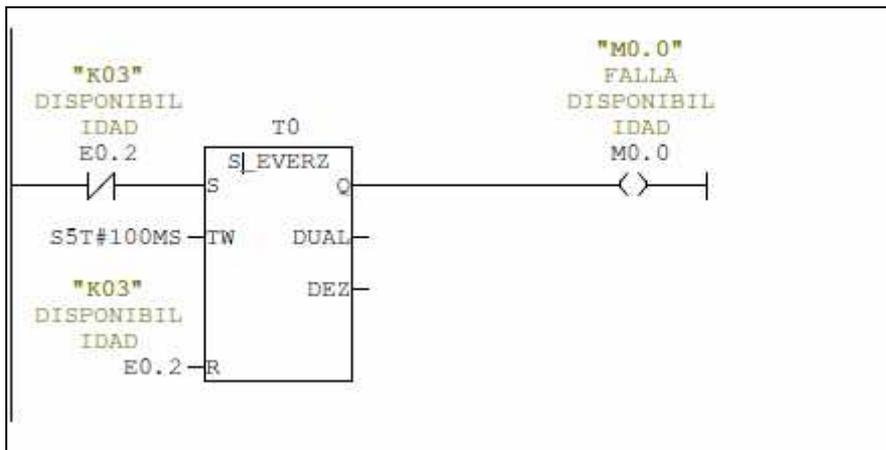
Network: 1 MARCHA IZQUIERDA



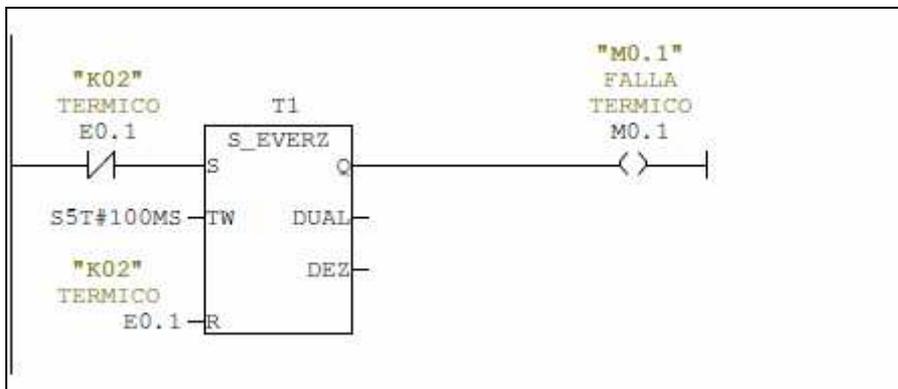
Network: 2 MARCHA DERECHA



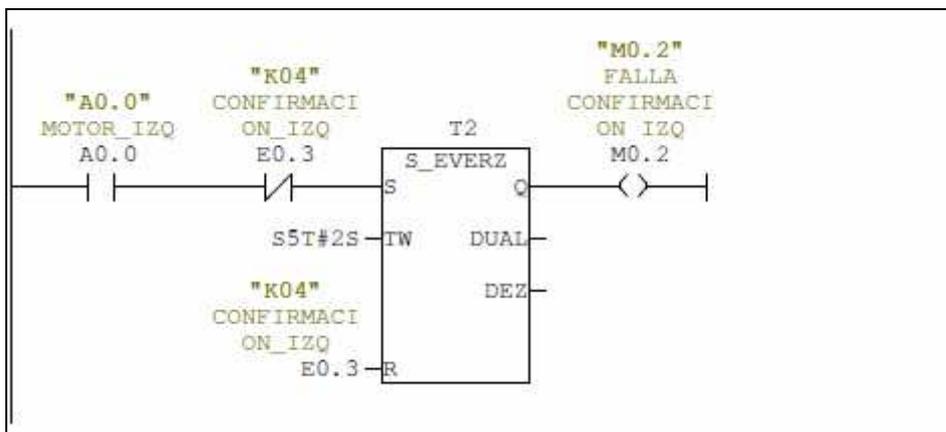
Network: 3 FALLA DISPONIBILIDAD



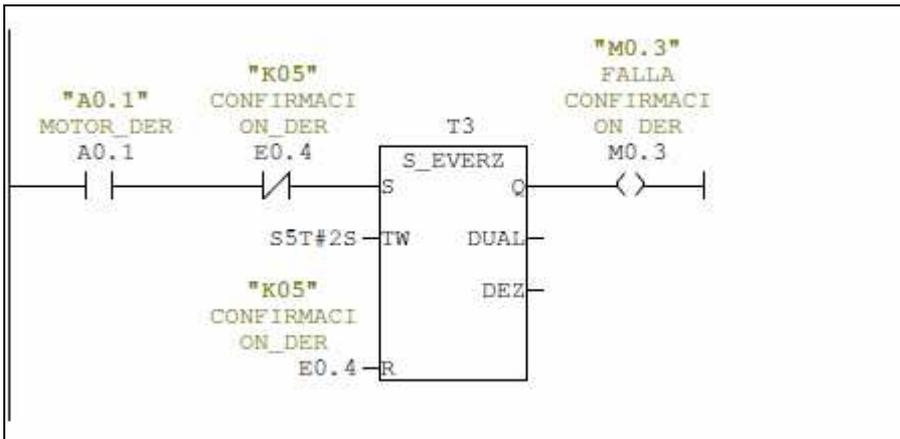
Network: 4 FALLA TERMICO



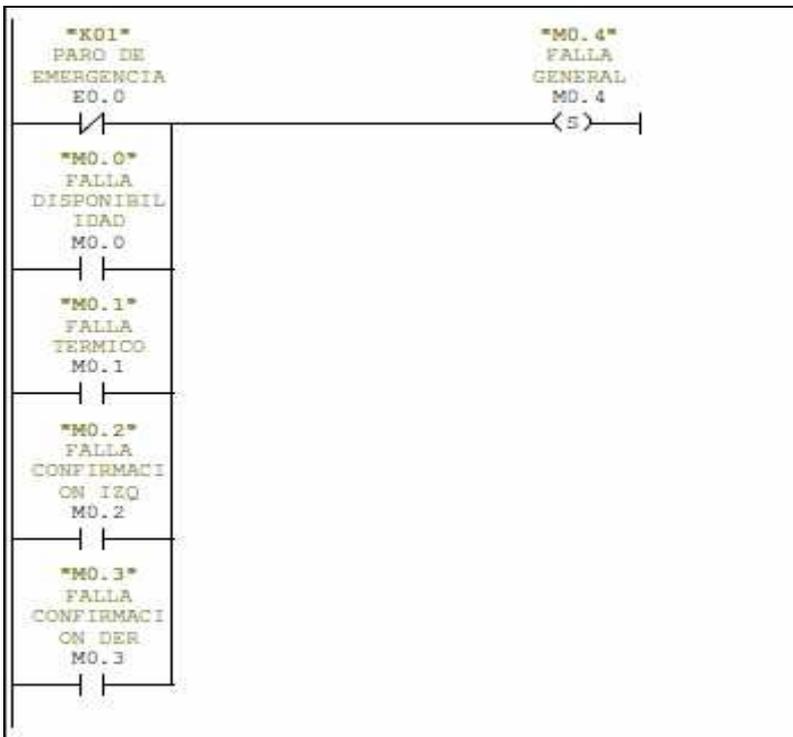
Network: 5 FALLA CONFIRMACIÓN IZQUIERDA



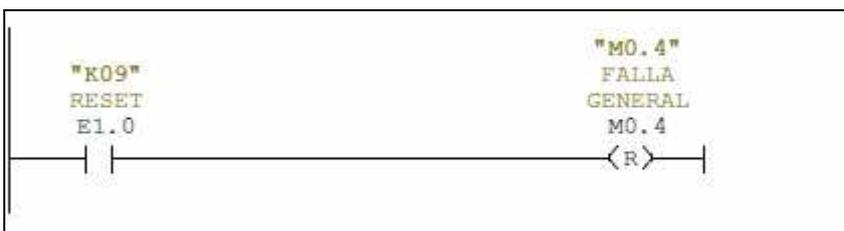
Network: 6 FALLA CONFIRMACIÓN DERECHA



Network: 7 FALLA GENERAL



Network: 8 FALLA GENERAL



FC7 - <offline>

"CONVERSIONES_KW"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 01/17/2012 09:09:01 AM
Interface: 08/20/2009 07:38:16 PM
Lengths (block/logic/data): 00158 00062 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC7 CONVERSION DE ENERGIA A UNIDADES DE INGENIERIA
Network: 1 SENTRON 8:CONVERSION DE W A SU VALOR REAL EN KW

```
L DB8.DBD 32 "DB_SENTRON PAC
3200".POTENCIA_ACTIV
L 1.000000e+003
/R
T DB3.DBD 0
"DB_CONVERSIONES".POTENCIA_ACTIV
_PAC3200

L DB8.DBD 36 "DB_SENTRON PAC 3200".POTENCIA_REACTIVA
L 1.000000e+003
/R
T DB3.DBD 4
"DB_CONVERSIONES".POTENCIA_REACTIV
_PAC3200
L DB8.DBD 40 "DB_SENTRON PAC 3200".POTENCIA_APARENTE
L 1.000000e+003
/R
T DB3.DBD 8
"DB_CONVERSIONES".POTENCIA_APARENT
_PAC3200
```

FC9 - <offline>

"CONVERSIONES_Q"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 01/17/2012 09:09:31 AM
Interface: 10/05/2009 11:08:45 AM
Lengths (block/logic/data): 00118 00022 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC9 CONVERSION ENERGIA Q A UNIDADES DE INGENIERIA
Network: 1 SENTRON PAC 3200

L DB8.DBD 72 "DB_SENTRON PAC
3200".ENERGIA_ACTIVIA_IMP_1F
L 1.000000e+006
/R
T DB9.DBD 0
"DB_CONVERSIONES_Q".ENERGIA_P_TOTAL_PAC3200

"DB_SENTRON PAC 3200"

Global data block DB 8

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 10/05/2009 11:39:03 AM
Interface: 10/05/2009 11:39:03 AM
Lengths (block/logic/data): 00202 00076 00000

Block: DB8

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	VOLTAJE_L1_L2	REAL	0.000000e+000	
+4.0	VOLTAJE_L2_L3	REAL	0.000000e+000	
+8.0	VOLTAJE_L1_L3	REAL	0.000000e+000	
+12.0	CORRIENTE_L1	REAL	.000000e+000	
+16.0	CORRIENTE_L2	REAL	0.000000e+000	
+20.0	CORRIENTE_L3	REAL	0.000000e+000	
+24.0	FACTOR_POTENCIA	REAL	0.000000e+000	
+28.0	FRECUENCIA	REAL	0.000000e+000	
+32.0	POTENCIA_ACTIVIA	REAL	0.000000e+000	
+36.0	POTENCIA_REACTIVA	REAL	0.000000e+000	
+40.0	POTENCIA_APARENTE	REAL	0.000000e+000	
+44.0	THD_VOLTAJE_L1	REAL	0.000000e+000	
+48.0	THD_VOLTAJE_L2	REAL	0.000000e+000	
+52.0	THD_VOLTAJE_L3	REAL	0.000000e+000	
+56.0	THD_CORRIENTE_L1	REAL	0.000000e+000	
+60.0	THD_CORRIENTE_L2	REAL	0.000000e+000	
+64.0	THD_CORRIENTE_L3	REAL	0.000000e+000	
+68.0	ENERGIA_ACTIVIA_IMP_1D	REAL	0.000000e+000	
+72.0	ENERGIA_ACTIVIA_IMP_1F	REAL	0.000000e+000	
=76.0		END_STRUCT		

DB9 - <offline> - Declaration view

"DB_CONVERSIONES_Q"

Global data block DB 9

Name:
Author:

Family:
Version: 0.1

Block version: 2

Time stamp Code: 01/17/2012 09:09:23 AM

Interface: 01/17/2012 09:09:23 AM

Lengths (block/logic/data): 00094 00004 00000

Block: DB9

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	ENERGIA_P_TOTAL_PAC3200	REAL	0.000000e+000	
=4.0		END_STRUCT		

SFC14 - <offline>

"DPRD_DAT" Read Consistent Data of a Standard DP Slave

Name: DPRD_DAT Family: DP

Author: SIMATIC Version: 1.0

Block version: 2

Time stamp Code: 12/13/1995 05:11:44 PM

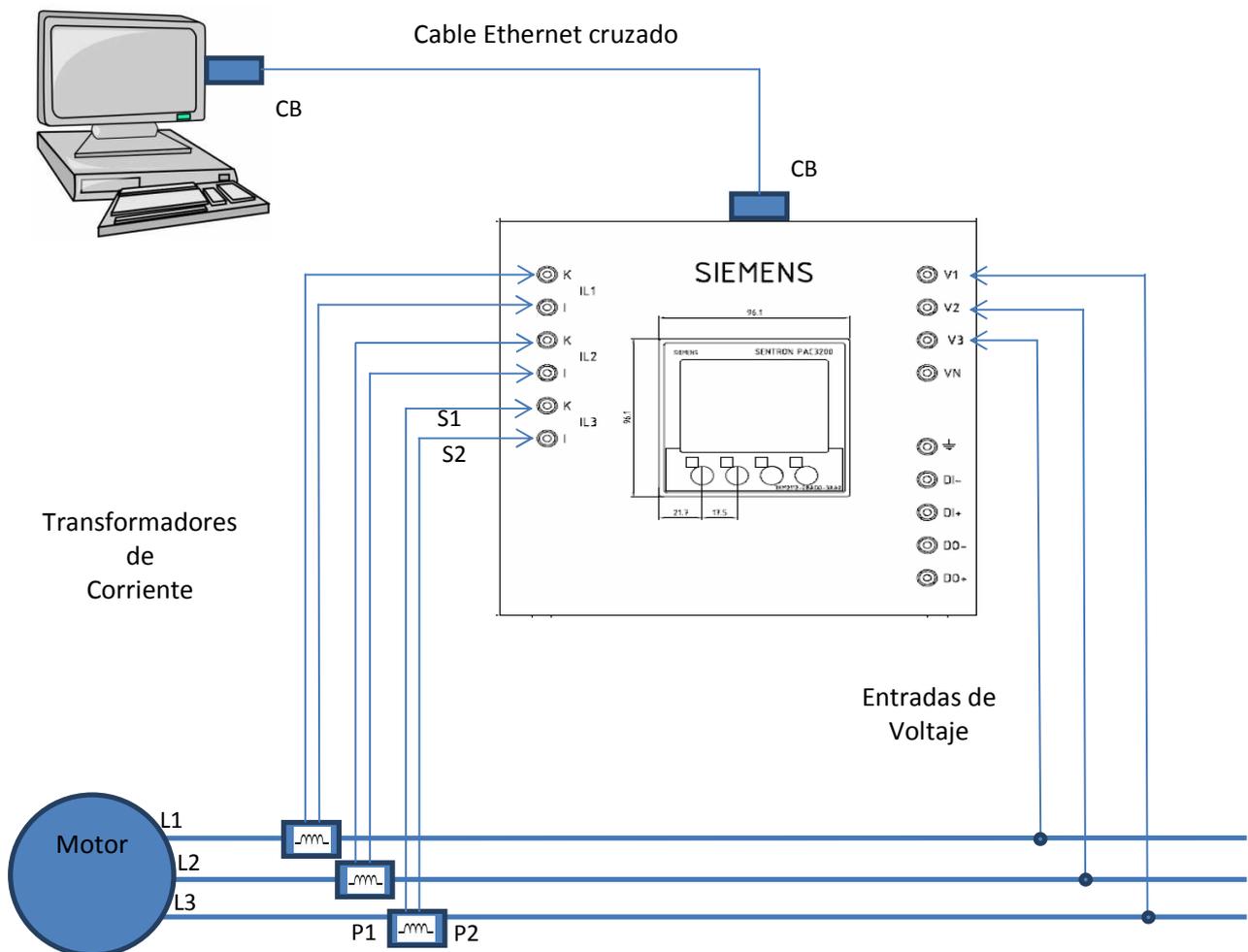
Interface: 12/13/1995 05:11:44 PM

Lengths (block/logic/data): 00098 00002 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
LADDR	Word	0.0	
OUT		0.0	
RECORD	Any	4.0	
IN_OUT		0.0	

ANEXO B

Diagrama de la conexión eléctrica del PAC 3200 con el motor trifásico y visualizados en el monitor de un computador



- V1: Voltaje de entrada 1
- V2: Voltaje de entrada 2
- V3: Voltaje de entrada 3
- K1/K2/K3: Entrada corriente S1
- I1/I2/I3: Salida de corriente S2
- IL1/IL2/IL3: Corriente en la línea 1/2/3
- CB: Cable Ethernet
- P1: Entrada del cable al transformador de corriente
- P2: Salida del cable del transformador de corriente